

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

A. Enlaces de Sitio web

Tabla A.1 Enlaces a documentos relevantes y media en el sitio web SNAPS.

Título	Enlace del Sitio Web
	<i>Página de Inicio, Listerserv, y Videos de Visión General</i>
Página de Inicio de SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/study-neighborhood-air-near-petroleum-sources
SNAPS Listserv (CARB Petróleo y Gas Listserv)	https://public.govdelivery.com/accounts/CARB/subscriber/new?topic_id=oil-gas
Videos de Visión General SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-overview-videos
	<i>Documentos Relevantes</i>
Plan de Proyecto de Garantía de Calidad SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/quality-assurance-project-plan-study-neighborhood-air-near-petroleum-sources
Plan de Monitoreo de Aire de Lost Hills SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/lost-hills-air-monitoring-plan-snaps
Proceso de Selección Comunitaria SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-community-selection-process
Comunidades de Primera Ronda de SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-first-round-communities
Ficha Descriptiva de SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/fact-sheets/study-neighborhood-air-near-petroleum-sources
Procedimientos Estandar de Operaciones para Equipo de Monitoreo SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/study-neighborhood-air-near-petroleum-sources-snaps-monitoring-documents
Notificación de Desmovilización de la Calidad del Aire de Lost Hills de SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-air-quality-monitoring-demobilization-notice
	<i>Reuniones y Divulgación comunitarias</i>
Horario de Reuniones SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/study-neighborhood-air-near-petroleum-sources/snaps-meeting-schedule

Reunión de Comienzo de SNAPS - Sacramento Noviembre 2017	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-kickoff-meeting-sacramento-nov-2017
Reuniones Informativas SNAPS - Enero 2018	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-informational-meetings-jan-2018
Reuniones Informativas SNAPS (Español) - Enero 2018	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-informational-meetings-spanish-jan-2018
Talleres de Proceso de Selección Comunitaria de SNAPS - Junio / Julio de 2018	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-community-selection-process-workshops-junjul-2018
Talleres de Proceso de Selección Comunitaria de SNAPS (Español) - Junio/Julio de 2018	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-community-selection-process-workshops-spanish-junjul-2018
Reunión Comunitaria de Lost Hills de SNAPS - Octubre de 2018	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-community-meeting-oct-2018
Reunión Comunitaria de Lost Hills de SNAPS (Español)- Octubre de 2018	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-community-meeting-spanish-oct-2018
Folleto de Reporte de Lost Hills de SNAPS	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-reporting-flyer
Reunión de Comienzo y Encuentro comunitario de Lost Hills de SNAPS - Mayo de 2019	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-community-gathering-and-kickoff-meeting-may-2019
Actualización de Medio- monitoreo de Lost Hills de SNAPS - Octubre de 2019	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-mid-monitoring-update-october-2019
Boletín informativo SNAPS de Lost Hills - Mayo de 2020	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-newsletter-may-2020

Boletín informativo SNAPS de Lost Hills - Octubre de 2020	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-newsletter-october-2020
Boletín informativo SNAPS de Lost Hills - Febrero de 2021	https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/snaps-lost-hills-newsletter-february-2021

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

B. Descripción General de Datos

a. Datos y Objetivos de la Calidad de los Datos

Atributos de la calidad de los datos fueron únicos a la instrumentación y las metodologías usadas para analizar el muestreo, detección, y cuantificación de los contaminantes aéreos. Una descripción detallada de los objetivos de la calidad de los datos de todos los contaminantes puede hallarse en SNAPS QAPP (enlace en Anexo A).

Utilizando monitoreo estacionario y móvil (Sección 2.3), SNAPS fue capaz de monitorear más de 200 compuestos en Lost Hills. Estos compuestos fueron elegidos para el monitoreo en SNAPS después de una extensa revisión de literatura de contaminantes potenciales a lo largo de los Estados Unidos relacionada con las operaciones de petróleo y gas (Sección 1). Estos contaminantes potenciales de petróleo y gas fueron luego cotejados con métodos de análisis disponibles y los procedimientos de control de calidad, y aquellos que pudieron ser analizados fueron añadidos a la lista de SNAPS de contaminantes monitoreados (Tabla B.1).

Tabla B.1 Objetivos de Control de Calidad de los Datos y Controles de QC de Rutina de SNAPS.

Contaminantes	Pruebas	Horario de Auditoria	Criterio de Aceptación de Exactitud /Precisión	Referencias
<i>Medidas Continuas</i>				
Ozono	Cero /Precisión	Quincenal	Cero < 5 ppb; con una precisión en desviación < 7.1% del punto de calibración	Manual EPA QA
Sulfuro de Hidrógeno	Cero /Precisión	Quincenal	Cero < 5.1 ppb; con una precisión de desviación <10.1% del punto de calibración	Manual EPA QA
Metano/Monóxido de Carbono/Dióxido de Carbono	Control estándar de un punto	Mensual	Metano < 3 ppb; monóxido de carbono < 50ppb; monóxido de carbono < 0.5 ppm	Especificaciones de Instrumentos

VOCs	Control estándar de un punto	Diaria	Menos del 20% desde el punto de calibración	MLD SOP 066
PM _{2.5}	Control de Caudal	Quincenal	Menos del 4% del caudal verificado establecido	MLD NLB SOP 055
Cabono Negro	Control de Caudal	Quincenal	Menos del 4% del caudal verificado establecido	AQSB SOP 400
<i>Muestreos Específicos</i>				
PAHs	Control de Caudal	Previo y después cada período de muestreo	10% del caudal verificado establecido	EPA TO-13A
Carbonilos	Control de Caudal	Semi-anual	5% del caudal verificado establecido	AQSB SOP 801
Glicoles				
Metales				
COVs y Compuestos Conteniendo Sulfuro	Control de Caudal	Semi-anual	5% del caudal verificado establecido	AQSB SOP 805

Los datos fueron divididos en dos categorías: Nivel I y Nivel II (Tabla B.2). Compuestos del Nivel I fueron aquellos que fueron provistos a la comunidad y otros participantes en tiempo real vía despliegue de datos en línea en el sitio web de SNAPS (Anexo A). Compuestos de Nivel II son todos aquellos compuestos detallados en el reporte. Ambos compuestos de los niveles I y II que fueron medidos durante el monitoreo de SNAPS en Lost Hills fueron analizados (Secciones 3-4).

Tabla B.2 Vista general de los niveles 1 y II, y los datos de monitoreo móvil de SNAPS

Nivel de Datos	Instrumentación En el Sitio	Muestreos Específicos	Contaminantes	Tiempo para Posteo Público de Datos
Nivel I	X		Metano, Sulfuro de Hidrógeno, Ozono, Monóxido de Carbono, PM _{2.5} , Carbono Negro	Por hora en este sitio web y en este reporte
Nivel II	X	X	TACs, no- TAC COVs, PAHs, glicoles, criterio de contaminantes, y metales (lista completa en el Anexo D)	Este reporte

Monitoreo Móvil	X	Como sea Necesario	Metano, Etano, Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Sulfuro de Hidrógeno, BTEX	Este reporte
-----------------	---	--------------------	--	--------------

b. Nivel I de Datos

Los datos del Nivel I consisten en un grupo de seis contaminantes medidos en el sitio en el remolque de SNAPS. A petición de miembros comunitarios, datos de ozono casi en tiempo real, PM_{2.5}, sulfuro de hidrógeno, monóxido de carbono, metano, y carbono negro fueron cargados en dentro de pocas horas de la colección de datos en el sitio web de SNAPS (Anexo A). El índice de la calidad de aire actual, o AQI, en Lost Hills fue desplegado con relación a otras estaciones de monitoreo en la región (Figura B.1).

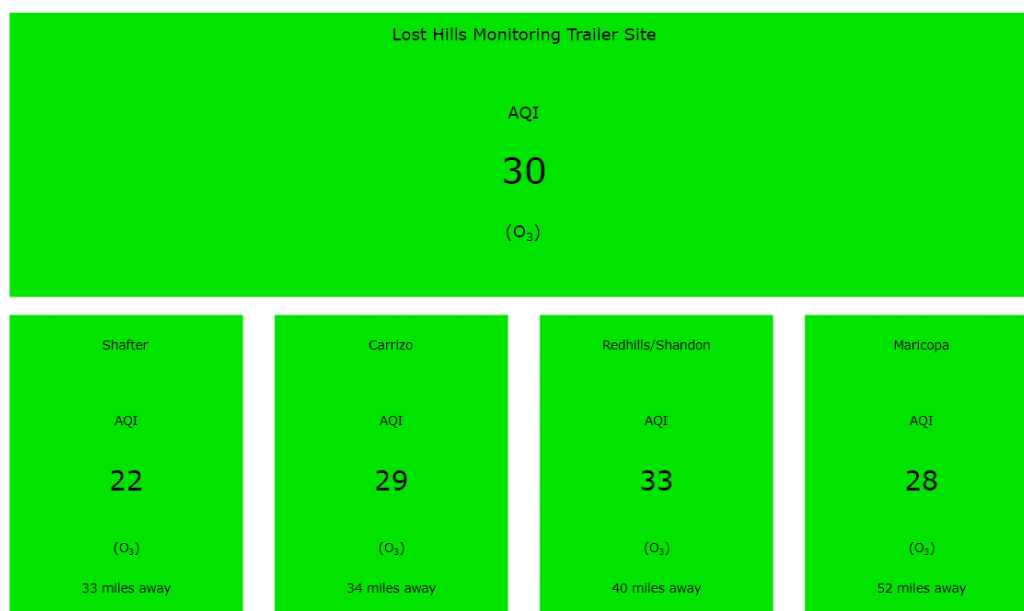


Figura B.1 Captura del 10 de Abril del 2020, de una porción de las visualizaciones de datos de SNAPS. El AQI en Lost Hills es desplegado en relación a otros sitios de monitoreo en la región.

Abajo de la información AQI, las concentraciones de contaminantes clave son mostradas relativas al estandar de la calidad de aire en el medioambiente o niveles de exposición de referencia, cuando es aplicable. La semana pasada de concentraciones por hora de los seis contaminantes fueron también desplegados en un formato interactivo, en los cuales el usuario podía enfocar en el primer plano en los períodos de interés. En la parte de abajo de la visualización de datos, el día y semana pasada de velocidades del viento y direcciones fueron desplegadas para resaltar información metereológica relevante.

c. Nivel de Datos II

Nivel II de datos consiste en todos los datos de los compuestos más allá del nivel I que fueron monitoreados bajo el programa de SNAPS a través de instrumentación y muestreo específico. Dependiendo del contaminante, los compuestos del nivel II fueron medidos cada hora y con instrumentación en el sitio, o fueron monitoreados como muestreos específicos cada seis a doce días. Compuestos y métodos de análisis fueron listados en la Tabla 2.2, incluyendo PAHs, aldehídos, glicoles, metales, VOCs, y compuestos gaseosos conteniendo sulfuro.

d. Cálculo del PM Diesel de Medidas BC

El personal estimó las concentraciones de PM Diesel usando las medidas BC del remolque SNAPS. Asumiendo todas las fuentes de emisiones y categorías (en el camino, todo terreno portátil, y fuentes estacionarias), el personal utilizó diferentes métodos para diferentes categorías de fuentes y sectores. Después de calcular las PM Diesel de todas las categorías de fuentes de emisión y sectores, las concentraciones fueron acumuladas en 2 km x 2 km o 4 km x 4 km celdas cuadrículadas para Planes Estatales de Implementación (SIPs) y para propósitos de evaluación de riesgo toxico a la salud.

e. Incertidumbre Potencial Rodeando las Medidas de Acroleína

Mientras que hubo algunos riesgos notables pero no cancerosos asociados con concentraciones de acroleína medidas en Lost Hills (Sección 3 y 4 del reporte), es importante notar que hay ciertas incertidumbres asociadas con el análisis medioambientas de acroelína. Primeramente, la acroelína puede ser elevada en recipientes "limpios" los cual resultaría en una medida con tendencia alta. Segundo, la variabilidad de los estándares de gas de acroelína usados en diferentes laboratorios también resultan en grados variantes de inexactitud o parcialidad.¹

Por lo tanto, es importante tener precaución cuando se está comparando directamente las concentraciones de acroelína, particularmente cuando la colección y los métodos analíticos puedan diferir entre los sets de datos. Note que la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental, OEHHA comparó las mediciones de SNAPS a los datos del Sistema de Gestión y Análisis de Datos Aerométricos, iADAM, los cuales son recolectados de forma similar (Xontech 910A o ATEC 3454 colección de muestreadores en recipientes de acero inoxidable) y analizados con el mismo método MLD-066 en el mismo laboratorio.

¹ U.S. EPA. 2010. Guía de Evaluación de la Calidad de los Datos para las mediciones de la acroleína del aire en el ambiente. <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/airtox/20101217acroleindataqualityeval.pdf>.

f. Tabla de Compuestos Monitoreados en Lost Hills

Tabla B.3 Lista de los compuestos monitoreados para Lost Hills (columna de la izquierda). El límite de los requisitos de información correspondiente se denota en la misma fila que el compuesto listado y el método de monitoreo correspondiente está listado en la misma columna que el límite reportado. Para los métodos monitoreados, aquellos que fueron medidos discretamente están listados en azul (primero 7 de los 13 métodos listados de la izquierda a la derecha) y aquellos que se han midieron continuamente en el sitio están listados en verde (los últimos 6 de 13 métodos listados de izquierda a derecha).

Nombre del Compuesto	MLD058+MLD066 (µg/m3)	TO-13 modo SIM (µg/m3)	TO-13 Modo Scan (µg/m3)	XRF (ng/m3)	NIOSH5523 (µg/m3)	MLD022 (µg/m3)	ASTM D5504 (µg/m3)	PAMS (µg/m3)	Atenuación de Rayos Beta (µg/m3)	Absorción de Luz (µg/m3)	CRDS (ppb)	Fluorescencia UV (µg/m3)	Absorción UV (ppb)
1, 3- Diclorobenceno			0.029										
1,1,1- Tricloroetano	0.055												
1,2,3-trimetilbeceno								0.095					
1,2,4-triclorobenceno			0.029										
1,2,4-trimetilbeceno								0.070					
1,2-Diclorobenceno			0.029										
1,3,5-Trimetilbenceno								0.046					
1,3-Butadieno	0.088												
1,3- Butileno glicol					13.2								
1,4-Diclorobenceno			0.029										
1- Buteno								0.025					

1- Hexeno								0.077					
1-Penteno								0.054					
2,2,4-Trimetilpentano								0.103					
2,2-dimetilbutano								0.052					
2,3,4-trimetilpentano								0.087					
2,3-dimetilbutano								0.063					
2,3-dimetilpentano								0.075					
2,4,5-Triclorofenol			0.029										
2,4,6-Tribromofenol			0.150										
2,4,6-Tribromofenol			0.150										
2,4-Diclorofenol			0.029										
2,4-dimetilpentano								0.061					
2,4-Dimetilfenol			0.029										
2,4-Dinitrofenol			0.150										
2,4-Dinitrotolueno			0.029										
2,5-Dimetiltiofeno							23,0						
2,6-Dinitrotolueno			0.029										
2-Cloronaftaleno			0.029										
2-Clorofenol			0.029										
2-Eiltiofeno							22,9						
2-Eiltolueno (o o-Eiltolueno)								0.054					
2-Fluorobifenil			0.150										
2-Fluorofenol			0.150										
2-metilheptano								0.040					
2-metilhexano								0,074					
2-Metilnaftaleno		0.0029	0.029										
2-metilpentano (isohexano)								0.026					
2-Metilfenol			0.029										
2-Nitroanilína			0.029										

2-Nitrofenol			0.150										
3 & 4 Metilfenol			0.150										
3,3'-Diclorobecidina			0.029										
3-Etiltolueno (o m-Etiltolueno)								0.046					
3-metilheptano								0.040					
3-metilhexano								0,074					
3-metilpentano								0.103					
3-Metiltiofeno							20,1						
3-Nitroanilina			0.029										
4,6-Dinitro-2-metilfenol			0.150										
4-Bromofenil fenil eter			0.029										
4-Cloro-3-metilfenol			0.150										
4-Cloroanilina			0.029										
4-Clorofenil fenil eter			0.029										
4-Etiltolueno (o p-Etiltolueno)								0,069					
4-Nitroanilina			0.150										
4-Nitrofenol			0.150										
Acenafteno		0.0015	0.029										
Acenaftileno		0.0015	0.029										
Acetaldehido						0.1 50							
Acetona	2,370												
Acetonitrilo	0.500												
Acetileno (etino)								0.040					
Acroleina	0.690												
Acrilonitrilo	0.650												
Aluminio				7.44									
Antraceno		0.0015	0.029										

Compuestos de Antimonio				8.83									
Arsénico				0.56									
Bario				8.83									
Benceno	0.160							0.035					
Benzo[a]antraceno		0.0015	0.029										
Benzo[a]pireno		0.0015	0.029										
Benzo[b]fluoranteno		0.0015	0.029										
Benzo[g,h,i]perileno		0.0015	0.029										
Benzo[k]Fluoranteno		0.0015	0.029										
Ácido Benzoico			0.150										
Alcohol de Bencilo			0.029										
Bis (2-cloroisopropilo) eter			0.029										
Bis(2-cloroetoxi) metano			0.029										
Bis(2-cloroetil)eter			0.029										
Ftalato de bis (2-etilhexilo)			0.029										
Cabono Negro										0.01			
Bromo				0.56									
Bromometano	0.120												
Butano (o n-Butano)								0.067					
Ftalato de bencilo y butilo			0.029										
Calcio				2.79									
Di-sulfuro de Carbono							7.8						
Monóxido de Carbono											0,04		
Tetra-cloruro de Carbono	0.130												
Sulfuro de Carbonilo							12.3						
Cloro				2.79									
Cloroformo	0.100												
Cromo				1.12									
Criseno		0.0015	0.029										
cis-1,3-Dicloropropeno	0,450												

Cis-2-butano								0.057					
cis-2-penteno								0.145					
Cobalto				1.12									
Cobre				1.67									
Cumeno (o isopropilbenceno)								0.046					
Ciclohexano								0,101					
Ciclopentano								0.042					
Decano (n-Decano)								0.064					
Diben [a,h] atranceno		0.0015	0.029										
Dibenzofurano			0.029										
Diclorometano	0.350												
Di-sulfuro de Di-etilo							12.5						
Dietil Sulfuro							18.5						
Di-etilbenceno- M (m-Di-etilbenceno)								0.285					
Di-etilbenceno- P (p-Di-etilbenceno)								0.461					
Dietilenglicol					13.9								
Dietilenftalato			0.029										
Dimetil Disulfuro							9.7						
Dimetilftalato			0.029										
Dimetil Sulfuro							6.4						
Di-n-butyl Ftalato			0.058										
Di-n-octilftalato			0.029										
Dodecano (o n-Dodecano)								1.021					
Etano								0,096					
Etanol	0.940												
Sulfuro Metil Etilico							15.6						
Etilmercaptano							12.7						
Etilbenceno	0.870							0.035					

Etileno (o Etano)								0.076					
Etilenglicol (o 1,2-etanodiol)					13.0								
Fluoranteno		0.0015	0.029										
Fluoreno		0.0015	0.029										
Formaldehído						0.0 78							
Freón 11	0.056												
Freón 113	0.150												
Freón 12	0.100												
Heptano (o n-Heptano)								0.076					
Hexacloro-1,3-ciclopentadieno			0.150										
Hexaclorobenceno			0.029										
Hexaclorobutadieno			0.029										
Hexaclaroetano			0.029										
Hexano (o n-Hexano)								0.040					
Sulfuro de Hidrógeno							7.0					2.93	
Hierro				1.67									
Isobutano (o 2-Metilpropeno)								0.088					
Isopentano (o 2-Metilbutano)								0.088					
Isopreno (o 2-metil-1,3-butadiene)								0.039					
Plomo				1.12									
Indeno[1,2,3-cd]pireno		0.0015	0.029										
Isobutil Mercaptano							18.5						
isoforona			0.029										
Mercaptano Isopropílico							15.6						

Manganeso				1.12									
Mercurio				1.12									
Metano											0.025		
Metiletilcetona, MEK (o 2-Butanona)						0.4 20							
Metil Mercaptano							9.9						
Metilciclohexano								0.044					
Metilciclopentano								0.031					
Molibdeno				2.79									
Naftaleno		0.0029	0.029										
n-Butil Mercaptano							18.5						
Níquel				1.67									
Nitrobenceno			0.029										
N-nitrosodimetilamina			0.029										
N-Nitrosodi-n- propilamina			0.029										
N-nitrosodifenilamina			0.029										
Nonano (o n-Nonano)								0.070					
n-Propil Mercaptano							15.6						
Octano (o n-Octano)								0.093					
Ozono													3.4
Pentaclorofenol			0.150										
Pentano (o n-Pentano)								0.029					
Percloroetileno	0.070												
Fenantreno		0.0015	0.029										
Fenol			0.029										
Fósforo				1.67									
PM2.5									2.6				
Potasio				3.35									
Propano								0.099					
Propilbenceno								0.052					

Propileno (o Propeno)								0.045					
Propileno glicol					13.1								
Pireno		0.0015	0.029										
Rubidio				0.56									
Selenio				0.56									
Silicona				2.79									
Estroncio				1.12									
Estireno	0.430							0.051					
Sulfuro				2.23									
Tert-butilo Mercaptano							18.5						
Tetraetilenglicol					14.2								
Tetrahidrotiofeno							18.1						
Tiofeno							17.2						
Estaño				8.87									
Titanio				1.67									
Tolueno	0.750							0.058					
trans-1,3-Dicloropropeno	0.029												
Trans-2-buteno								0.041					
Trans-2-penteno								0.025					
Tricloroetileno	0.110												
Trietilenglicol					13.7								
Un-decano (o n-Un-decano)								0.409					
Vanadio				1.12									
Cloruro de Vinilo	0.050												
Xileno (o)	0.430							0.035					
Xilenos (m & p)	0.870							0.056					
Itrio				1.12									
Zinc				0.56									

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

C. Reporte de Distribución de Fuentes

a. Resumen Ejecutivo de Distribución de Fuentes

Antecedentes El Estudio del Aire en Vecindarios cerca de Fuentes de Petróleo (SNAPS)¹ es un programa desarrollado por la Junta de Recursos del Aire de California (CARB) y la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental de California (OEHHA) en 2017 que incluye un término limitado, monitoreo intensivo de la calidad del aire ambiental con enfoque particular en la caracterización de la calidad del aire en las comunidades cercanas a operaciones de el petróleo y el gas (OyG). Lost Hills, California (CA) fue la primera comunidad seleccionada bajo este programa. Los esfuerzos de monitoreo del aire del ambiente en Lost Hills se prologaron de Mayo de 2019 a Abril de 2020 e incluyeron mediciones de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) como los alcanos, alquenos, y compuestos aromáticos como el benceno, tolueno, etilbenceno, y xileno (BTEX); los contaminantes de criterio como la materia fina particulada (PM_{2.5}); y otros contaminantes que afectan la salud como el carbono negro (BC). El propósito de este reporte es para resumir el análisis de distribución de fuentes de los datos colectados en el monitoreo del aire del ambiente del SNAPS en Lost Hills, CA para informar a los gestores de programa y participantes claves (e.g. comunidad) acerca de las categorías de las fuentes que afectan el estado de la calidad del aire en Lost Hills.

Métodos: Los datos meteorológicos, los datos de monitoreo del aire del ambiente, y la meta-data fueron estudiados en conjunto a través de análisis estadístico para determinar la dirección probable en la que los contaminantes se originaron; el patrón diurno de los niveles de contaminantes del aire; y otra información que ayuda a asociar categorías de fuentes potenciales (también conocidas como sitio receptor).

La Factorización de la Matriz Positiva (PMF) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) modelo 5.0 fue usado para el análisis de distribución de fuentes de BC, monóxido de carbono (CO), y VOCs para cada trimestre del período de monitoreo. El protocolo provisto en la Guía del Usuario PMF fue utilizado además de las evaluaciones de calidad y mediciones de control de calidad (QAQC) y un modelo de estrategia de evaluación diseñado por los autores. Literatura revisada por colegas y la base de datos de U.S. EPA SPECIATE fueron utilizadas para apoyar la asignación de los resultados PMF a categorías de fuentes clave.

Conclusión El análisis de la distribución de fuentes sugirió que las operaciones de la OyG pueden ser responsables por 6-9% de BC, 39 - 55% de BTEX, y 83 - 94% del total de VOC,

¹ <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/study-neighborhood-air-near-petroleum-sources>

mientras que las fuentes móviles pueden ser responsables de 91 - 93% de BC, 44 - 61% de BTEX, y 6 - 17% del total de VOC. Firmas químicas que representan otras fuentes antropogénicas potenciales localizadas en el sitio receptor (e.g. comercial, residencial, y agrícola) no fueron resueltas por el PMF. Note que estos resultados no constituyen el 100% de precisión debido a incertidumbres inherentes en el análisis de PMF. La co-ubicación potencial y mezcla natural de las emisiones de varios contaminantes del aire incrementó las posibilidades de crear perfiles químicos productores de PMF que representen las contribuciones de fuentes mixtas. De ahí que, la información presentada en este reporte debe ser usada con precaución, y todas las condiciones deben ser consideradas previamente al avance de la interpretación de los resultados.

b. Observaciones en Lost Hills, CA

La CARB-MLD ubicó el equipo de monitoreo del aire del ambiente del SNAPS en el Departamento de Recursos Hídricos de Lost Hills (DWR) oficina (35.615746. - 119.697231:Figura C.1) de Mayo de 2019 a Abril de 2020. Este sitio receptor fue localizado en el borde oeste de Lost Hills, CA justo al sur de la Ruta Estatal 46 (SR-46). Hay un número pequeño de viviendas permanentes, parques de remolques, y campos agrícolas localizados en la parte norte del sitio receptor. Una gran porción de la comunidad está localizada inmediatamente hacia el este. La tierra agrícola ocupa el espacio entre la comunidad y los complejos comerciales localizados dentro de las 3 millas al este del sitio receptor. Los complejos comerciales están localizados al oeste de la Interestatal 5 (I-5) en/ fuera de la rampa y están comprendidos de múltiples paradas de camiones, restaurantes, y un parque RV.

Este sitio receptor estaba no menos de una milla al este del yacimiento petrolífero de Lost Hill, el cual produjo 9.7 millones de barriles de petróleo y 5.2 billones de pies cúbicos de gas natural en 2018. Este yacimiento petrolífero es el 6^{to} y el 4^{to} más grande productor de petróleo y de gas natural en California, respectivamente. El yacimiento petrolífero de Lost Hills alberga infraestructuras de procesamiento intermedio de gas así como pozos activos y abandonados. Este yacimiento petrolífero es sujeto a perforaciones periódicas y actividades de combustión. La planta de procesamiento más cercana (Planta de Gas Cahn 3; Chevron) está localizada aproximadamente a una milla al suroeste del sitio receptor.

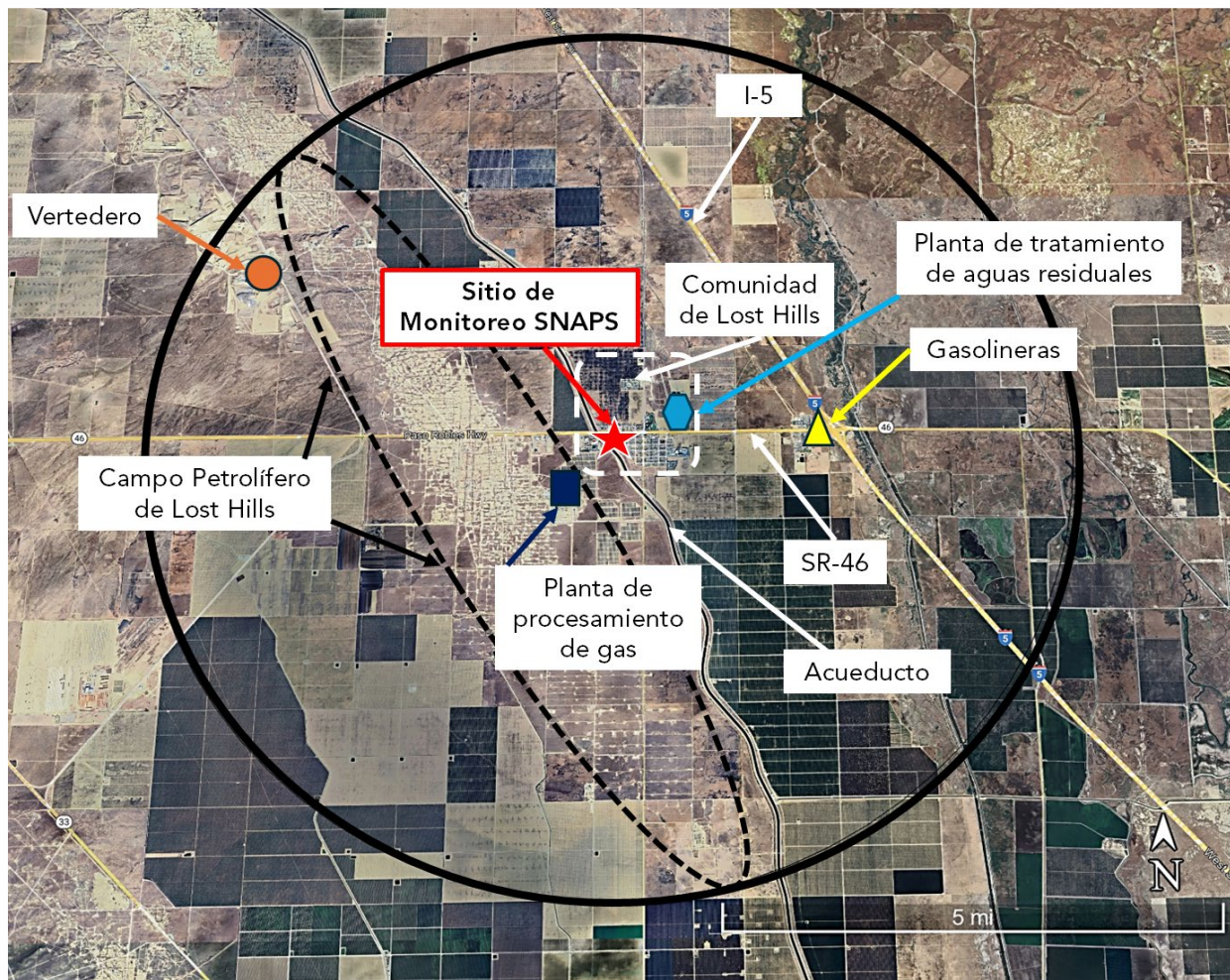


Figura C.1 Mapa del área metropolitana de Lost Hills que muestra la ciudad de Lost Hills (línea discontinua blanca), el sitio de monitoreo (estrella roja) y varias fuentes potenciales de contaminación del aire dentro de cinco millas del sitio de monitoreo, incluido el campo petrolífero de Lost Hills (círculo negro), la planta de procesamiento de gas (rectángulo azul oscuro), estaciones de servicio (triángulo amarillo), vertedero (círculo naranja), instalación de tratamiento de aguas residuales (hexágono azul claro), acueducto y la autopista SR-46 y la autopista I-5.

Si todas las fuentes son ubicadas con equidad, aquellas con niveles de emisión más altos tendrán una mayor influencia en la calidad del aire en el sitio receptor. Ya que los contaminantes del aire pueden ser alterados química y físicamente a través de procesos atmosféricos complejos tal como lo es la oxidación fotoquímica (i.e. reacciones químicas) y turbulencia atmosférica (i.e. movimiento el aire), una cantidad significativa de contaminantes del aire directamente emitidos pueden perderse en la atmósfera a lo largo del tiempo. De ahí que, las fuentes localizadas lejos del sitio receptor tendrán generalmente contribuciones más bajas a las mediciones del aire ambiental y le añadirían más incertidumbre al análisis subsecuente de los datos. Esto también puede afectar directamente a los contaminantes del

aire emitidos y clasificados como peligrosos contaminantes del aire (HAPs) y contaminantes tóxicos del aire (TAC).

c. Actividades de las Fuentes

i. Fuentes Móviles

Los datos del tráfico de SR-46, I-5, y del Distrito 6 (South Central Valley) fueron extrapolados de la base de datos de Caltrans PeMs² para entender las actividades del tráfico diurno típico de cerca de Lost Hills, CA. Los datos fueron subdivididos en cuadrantes definidos como **2019 Q3** o 5/20/2019 - 9/30/2019; **2019 Q4** o 10/1/2019 - 12/31/2019; y **2020 Q1** o 1/1/2020 - 3/6/2020. Los datos recolectados después del 6 de Marzo de 2020 fueron excluidos de análisis subsecuentes para evitar cambios abruptos en las actividades de las fuentes asociadas con la pandemia del COVID -19 (véase la Sección del Apéndice h.i para justificaciones adicionales).

La media trimestral de carros de pasajeros diurna (PC) los patrones de vehículo-millas-recorridas (VMT) fueron uni-modales, con actividades de tráfico que crecían gradualmente en la mañana y decrecían gradualmente en la tarde (Figura C.2). Los patrones diurnos de PC VMT observados en la SR-46 y la I-5 cerca de Lost Hills se separaba alejandose de las tendencias generales observadas en el Distrito 6 donde las ciudades como Fresno y Bakersfield están también representadas. Los patrones de PC VMT diurnos en el Distrito 6 fueron bi-modales con picos durante las horas pico de las mañanas (6 - 9 AM) y tiene picos durante las tardes en horas pico (2 - 5 PM) En todos los casos, las actividades PC se incrementaron rápidamente empezando ~3 AM y decrecieron rápidamente empezando ~5 PM. Aunque los datos de tráfico de comunidades específicas no fueron obtenidos durante el período de estudio, estas diferencias sugerían que Lost Hills no necesariamente experimenta patrones de tráfico diario típicos de centros urbanos más grandes y densamente poblados.

Los patrones VMT de camiones diurnos promedio para el trimestre en SR-46 fueron también unimodales sin picos distintivos durante el día. Los patrones VMT del Distrito 6 y I-5 de camiones diurnos tenían relativamente más actividades pronunciadas durante la tarde (12 - 6 PM) que durante las horas de la mañana (Figura C.2B). De forma similar a las PCs, las actividades de los camiones se incrementa rápidamente empezando ~2 -3 AM. Comparado a las PCs, las actividades elevadas de los Camiones duraron por un período relativamente más largo en la SR-46.

² <http://pems.dot.ca.gov/>

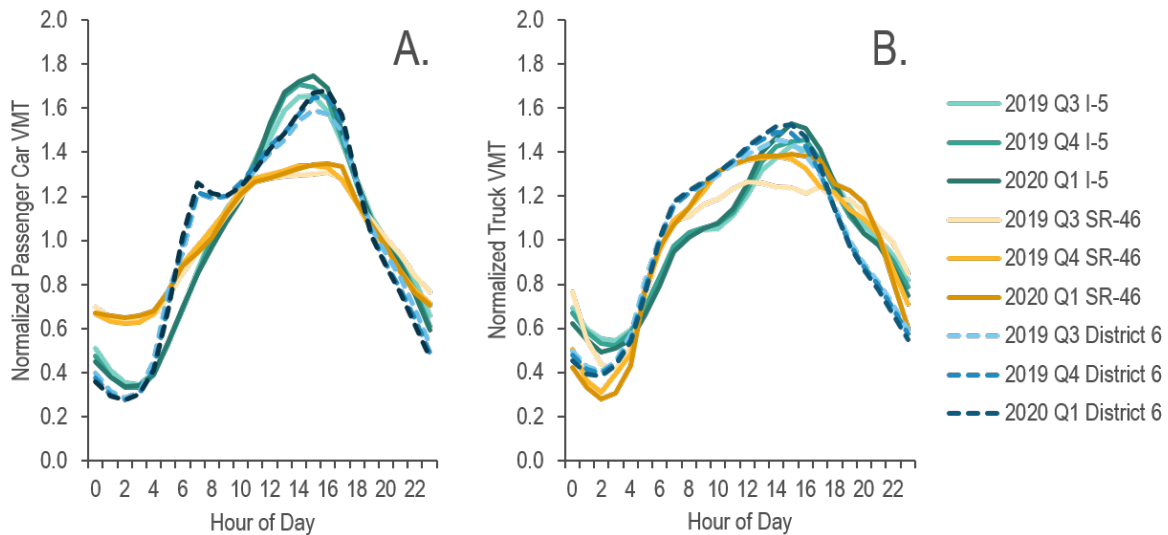


Figura C.2 VMT diurno promedio trimestral para camiones (A) y (B) en las estaciones cercanas I-5, estación SR-46, y Distrito 6. El Distrito 6 agrupa los datos VMT del South Central Valley definido por Caltrans.

Las relaciones de VMT trimestrales de día de la semana al fin de semana en la SR-46 abarcaban de 0,95 a 1,07 para PC y 0,94 para camiones. No hubieron diferencias discernibles entre los patrones diurnos de PC y los VMT de camiones para los días de semana y el fin de semana en la SR-46. Las relaciones de VMT trimestrales de días de semana y fines de semana para la I-5 abarcaban de 0,8 a 0,89 para PC y 1,23 a 1,34 para camiones. Aunque las actividades de PC y camiones exhiben comportamientos opuestos, en ambos se observaron picos en VMT más pronunciados que empezaban desde las 10 AM y disminuían acercándose a las 8 PM. Las relaciones de VMT trimestrales de los días de la semana y fines de semana para el Distrito 6 abarcaban desde 1,06 a 1,13 para PC y 1,38 a 1,45 para camiones. Similar a I-5, Distrito 6 observó un incremento en las actividades del fin de semana de los camiones pero por lo contrario, experimentó incremento de las actividades de PC. El Distrito 6 observó un incremento pronunciado de VMT de camiones y de PC aproximadamente de 8 AM y 4 PM durante los días de la semana, que se alineaban bien con los patrones de actividad humana esperados. Estos picos VMT en las horas pico en el Distrito 6 no fueron observados durante los fines de semana para PCs y para camiones. El volumen de mayor tráfico es un indicador del incremento de emisiones del sector de transporte. El desempeño de los sensores de tráfico fueron variables a lo largo del período de estudio y deben hacerse condicionales para interpretar la información.

ii. Operaciones O&G

Los operarios del yacimiento petrolífero de Lost Hills proporcionó datos de actividad asociada con las operaciones de OyG cerca de Lost Hills antes de completar este reporte (Figura C.3). A pesar de no estar completo, los datos proporcionaron un entendimiento general de varias

actividades que ocurrieron dentro de las inmediaciones del yacimiento petrolífero entre Abril 2019 y Abril 2020.

Las actividades de perforación y estimulación de pozos fueron más prominentes durante el verano de 2019, las cuales incluyeron una combinación de técnicas como inyección de agua y vapor cíclico. Estas actividades son asociadas con varios químicos usados y liberados en el sitio, con una fracción de los compuestos químicos caracterizados como contaminantes que afectan el clima o peligrosos a la salud si existe exposición. Más información de las emisiones de contaminantes del aire de operaciones de OyG pueden ser halladas en la metodología de inventario GHG de CARB y la base de datos (CEIDARS) Sistema de Reporte y Desarrollo de Inventario de Emisiones de California.^{3,4}

Las actividades de combustión fueron de mayor prominencia durante finales de 2019 y principios 2020. Aunque la combustión de gas natural puede ocurrir como parte de la operaciones de perforación, esta también puede ocurrir como parte del protocolo de seguridad para balancear la producción, proceso, transporte, almacenamiento, y consumo de gas natural durante las temporadas de alta demanda. Información adicional de la operaciones del yacimiento petrolífero pueden ayudar a refinar el análisis de distribución de fuentes.

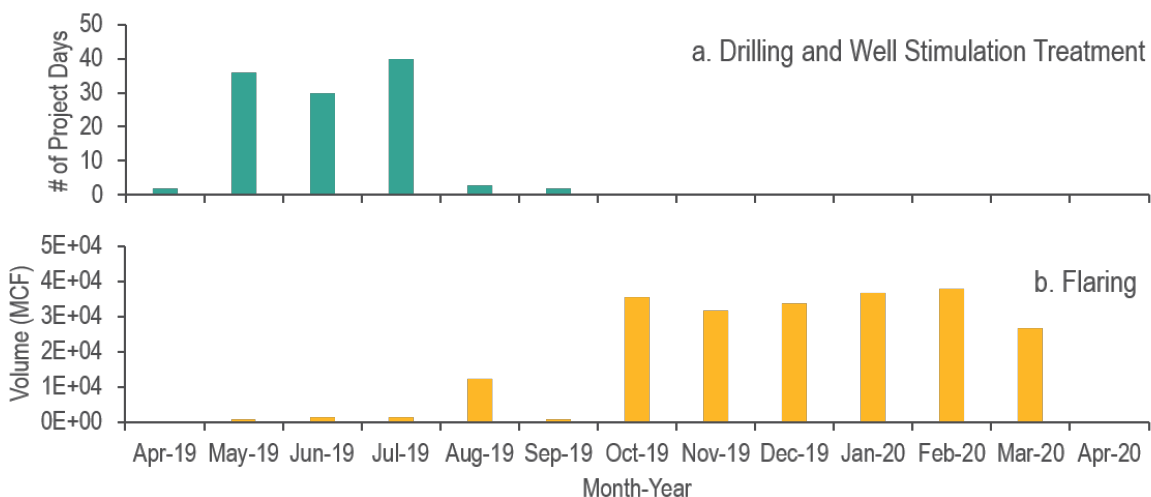


Figura C.3 Los datos de las actividades del yacimiento petrolífero de Lost Hills entre Abril de 2019 y Abril 2020. Los datos presentados aquí son información recolectada de dos de los operadores de yacimientos petrolíferos y puede que no representen el registro completo de actividades.

³ <https://ww2.arb.ca.gov/ghg-inventory-data>
⁴ <https://ww3.arb.ca.gov/ei/drei/maintain/dbstruct.htm>

La producción de OyG en el Campo del yacimiento petrolífero de Lost Hills ha sido consistente a lo largo del estudio. (Figura C.4). La producción de aceite mensual promedió 774,000 [741,509 - 800,021] barriles de petróleo (bbl) con una desviación estándar de solo 2,5%⁵. La producción de gas mensual promedió 404,940 [383,045 - 422,363] millones de pies cúbicos (MCF) con una desviación estándar de solamente 2,8%. Los datos presentados aquí Figura C.4 demuestran que las emisiones de contaminantes del aire o filtraciones asociadas con la producción de petróleo y la planta de procesamiento de gas localizada al suroeste de la comunidad, si la hay, debe ser consistente a lo largo del año a menos que hubieran cambios en las operaciones en las instalaciones/infraestructuras o eventos de ventilación que ocurrieran en el período de estudio.

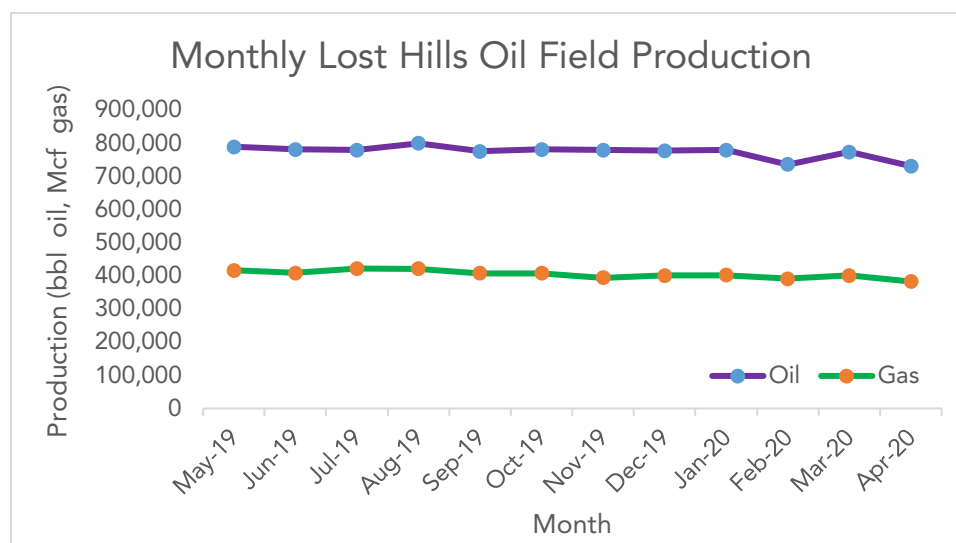


Figura C.4 La producción de OyG entre Mayo de 2019 y Abril del 2020 en el yacimiento petrolífero de Lost Hills⁵.

iii. Fuentes Comerciales, Residenciales, y Agrícolas

Las actividades comerciales se esperaba que se mantuvieran relativamente consistentes a lo largo del año, pero las fuentes de emisiones residenciales como lo son las del uso del gas natural dentro de la casa y la combustión de biomasa pudieron haber influenciado la calidad del aire local de manera más destacada que durante ciertas partes del año. Las actividades agrícolas también se esperaba que siguieran los ciclos de estacionales de las cosechas con la quema periódica controlada para gestionar los campos y para mejorar la salud de las plantas. Los análisis de distribución de fuentes son típicamente limitadas a la lista de compuestos químicos que están siendo medidos en el sitio receptor; la comprensión de los datos de las actividades a nivel de fuente; y caracterización precisa de las emisiones. Aunque las emisiones

⁵ https://www.conservation.ca.gov/calgem/Online_Data/Pages/WellSTAR-Data-Dashboard.asp

de fuentes comerciales, residenciales, y agrícolas probablemente influyó la calidad de aire en Lost Hills, actividades de estas fuentes relativamente inconsistentes no fueron recopiladas durante este período de estudio, y por lo tanto con el análisis de distribución de fuentes no fue posible evaluar estas categorías de fuentes efectivamente. Una perspectiva más amplia de las fuentes locales debe ser usada para condicionar la información derivada del análisis de distribución de fuentes.

d. Meteorología

2019 Q3 experimentó la velocidad promedio más alta de vientos diurnos que generalmente tenía un pico a las ~5 PM. 2019 Q3 fue también el único cuadrante en donde la velocidad del viento varió significativamente a lo largo del día [1,1 -2,0 metros -por-segundo (m/s) o 2,5 – 6,5 millas- por - hora (mph)] y fue consistentemente mayor durante las horas de la tarde relativas a las condiciones del medio día. 2019 Q4 y 2020 Q1 experimentaron una variación de la velocidad del viento leve a lo largo del día que oscilaba entre 0.8 a 1.6 m/s (o 1,8 a 3,6 mph) en promedio. Todos los cuadrantes experimentaron con cambios repentinos en la dirección del viento en horas tempranas de la madrugada (7 - 9 AM) y en las horas de la puesta del sol (5 - 7 PM). Este es un fenómeno único de San Joaquin Valley que influye topográficamente en los patrones de viento. Los vientos del Norte ocurrían primariamente durante las horas del día, los vientos del sur y del oeste generalmente ocurren durante la noche (Figure C.5). Por lo tanto, se esperaba que los contaminantes del aire que provienen del norte (e.g. mezcla de tráfico, residencial, y emisiones agrícolas) y generalmente al oeste (e.g. emisiones OyG) van a influenciar la calidad del aire en el sitio receptor durante las horas del día y de la noche, respectivamente. Los vientos que provienen del norte y del este fueron significativamente menos frecuentes y fueron raramente dominantes en Lost Hills, sugiriendo que parte de las actividades comerciales, residenciales, y agrícolas, así como las emisiones de la I-5, son menos probables de predominar en el control de la calidad del aire en general en el sitio receptor.

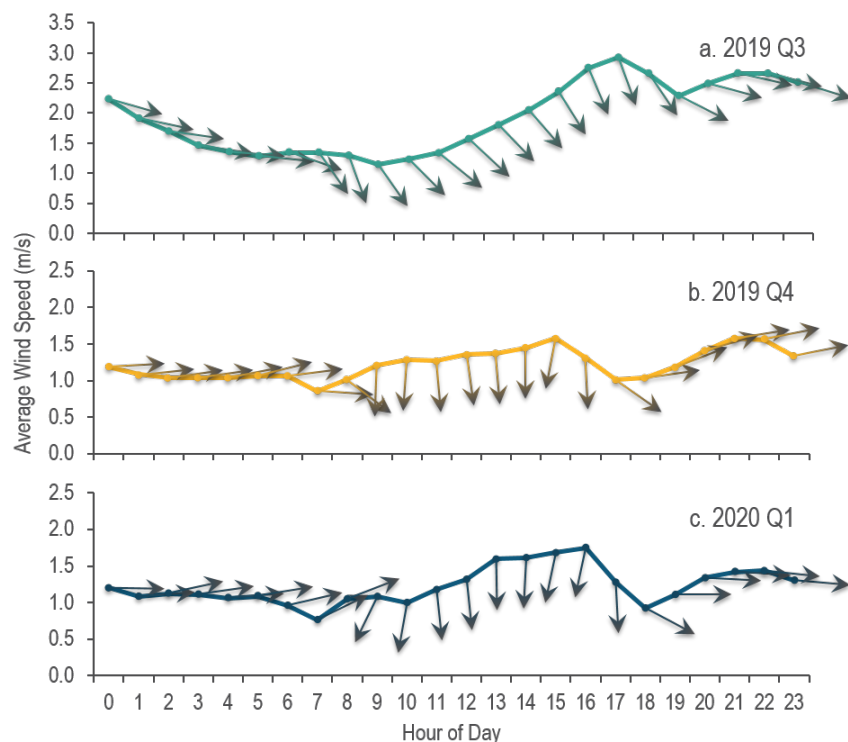


Figura C.5 El promedio de velocidades del viento diurno (m/s) y el conjunto de direcciones del viento para tres de los cuadrantes durante el monitoreo del aire ambiental de SNAPS. Las flechas indican el conjunto de direcciones del viento en cada hora.

Además a la velocidad y la dirección del viento, turbulencia atmosférica (i.e. movimiento del aire) tiene influencias significativas en la calidad del aire regional y local. Altos niveles de turbulencia resultan en mayor dispersión de las emisiones de contaminantes del aire, reduciendo así sus influencias en la calidad del aire a favor del viento. En general, las condiciones de mezcla atmosférica son mayores durante el día y menores durante las horas de la tarde. Si otros factores permanecen sin cambios, los efectos de las fuentes cercanas son mayores en la noche.

Las velocidades del viento y el conjunto de direcciones del viento de la Figura C.5 representan el promedio de las tendencias meteorológicas para cada uno de los tres cuadrantes. Note que la meteorología por hora puede ser significativamente más variable comparada con los resultados del conjunto. El análisis de distribución de fuentes utilizó ambos los patrones meteorológicos generalizados y la información por hora más detallada para evaluar la dirección más convincente en la cual los contaminantes el aire se originaron. Análisis de Información en cuanto a la Función de Probabilidad Condicional (CPF) se presenta en la Sección del Anexo h.ii.3 y h.iii.

e. Datos de Monitoreo del Aire del Ambiente

i. Información de Antecedente de BC y VOCs

BC, al cual se le refiere comúnmente como hollín, entra en la atmósfera por medio de la quema de combustibles (e.g. combustiones internas de los motores, incendios, quema residencial). BC es el absorbente de la luz más dominante en partículas aerosoles. Una evaluación reciente sugiere que el BC es el segundo agente de calentamiento climático más importante en la atmósfera, después del dióxido de carbono.⁶ Aparte de sus efectos climáticos, las partículas de BC se asocian con la morbilidad y mortalidad cardiopulmonar.⁷ Reduciendo la concentración atmosférica de BC beneficiaría la salud humana y ayudaría a mitigar el calentamiento climático.

Los VOCs son emitidos a la atmósfera de una variedad de fuentes antropogénicas y biogénicas. Después de su emisión, sobrellevan transformaciones químicas y físicas complejas en la atmósfera. Los VOCs actúan como combustibles de reacciones fotoquímicas que producen ozono (O₃) y PM_{2.5}, los cuales ambos son contaminantes de criterio y tienen efectos adversos en la salud humana. Los VOCs están compuestos de cientos de miles de moléculas con diferentes funcionalidades. Entre los compuestos VOC, BTEX es un grupo único de VOCs aromáticos consistente de benceno, tolueno, etilbenceno, y xilenos. Los compuestos BTEX son de particular preocupación por su concentración atmosférica alta y sus efectos carcinogénicos potenciales. Entre los compuestos BTEX, benceno es el más peligroso y ha sido categorizado como un carcinogénico humano reconocido por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer.⁸ Por lo tanto, entender las fuentes de los VOCs atmosféricas, en particular el BTEX, es clave para la gestión de la calidad de aire.

ii. Tendencias a Largo Plazo

Tendencias de BC, BTEX, y VOC total del ambiente fueron evaluados previamente al análisis de la distribución de fuentes. Información sobre el plan de monitoreo del aire del ambiente de SNAPS para Lost Hills puede ser hallado en el sitio web del programa de SNAPS.⁹ La especiación de VOC y una lista de otras variables medidas pueden ser halladas en el Anexo de la Tabla C.3.

La Figura C.6 representa el promedio diario BC, BTEX, y el total de VOC observado a lo largo del período de estudio. Los niveles diarios promedio de BC generalmente menores durante el

⁶ Enlace et al. (2013). Enlazando el rol del carbono negro en el sistema climático: Una evaluación Científica. Bitácora de Investigación Geofísica: Atmósferas, 118: 1-173.

⁷ Janssen et al. (2011). Carbón negro como un indicador adicional de los efectos adversos de las partículas en el aire comparadas con PM₁₀ y PM_{2.5}. Perspectivas de Salud Medioambiental, 119: 1691 - 1699.

⁸ IARC (1987). Evaluaciones generales de carcinogénesis: Una actualización de monografías IARC volúmenes 1 al 42. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum Suppl, 7: 1-440. PMID:3482203

⁹ <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/study-neighborhood-air-near-petroleum-sources>

verano y más altos durante el invierno, particularmente en Noviembre. Las variabilidades del promedio de BC diario fueron más pronunciadas durante los meses de invierno ($\pm 0,2 \mu\text{g m}^{-3}$) comparadas con los meses de verano ($\pm 0,05 \mu\text{g m}^{-3}$) sugiriendo que el carácter estacional (e.g. actividades de emisiones de plomo, meteorología) jugaban un papel crítico en Lost Hills. El carácter estacional de BC es probable que sea debido a una combinación de actividades humanas estacionales y variaciones mensuales de turbulencia atmosférica, donde los meses más cálidos son típicamente asociados con turbulencias más altas, por consiguiente diluyendo más la contaminación del aire, y los meses más fríos son típicamente asociados con menores turbulencias, las cuales pueden llevar a concentraciones de contaminación del aire en la superficie. (Figura C.13).

El promedio diario de BTEX incrementa gradualmente de Mayo a Septiembre 2019 y se observan las variabilidades mensuales incrementando a lo largo del tiempo ($0,6 \pm 0,3 \mu\text{g m}^{-3}$ en Mayo y $2,0 \pm 1,2 \mu\text{g m}^{-3}$ in Septiembre). El BTEX se estabilizó de ahí en adelante hasta Marzo 2020 pero permaneció elevado por aproximadamente dos veces los niveles de BTEX observados en el verano, lo cual pudo haber sido causado por una combinación de actividades OyG cambiantes (Figura C.3) y condiciones meteorológicas.

Los niveles atípicos de VOC fueron observados en Septiembre 2019, cuando los promedios totales diarios de VOC incrementaron 10 veces comparados con las observaciones en cualquier otro mes si bien con pocas excepciones. Tales anomalías fueron dominadas por las contribuciones de alcanos ligeros (e.g. etano, propano, i-butano, n-pentano). Las regresiones lineares mensuales de metano (CH_4) a etano, propano, i-butano, y n-pentano para Septiembre de 2019 mostraron correlaciones más fuertes (el cuadrado del producto de Pearson- el coeficiente del momento de correlación $[\text{RSQ}] = 0,80 \pm 0,09$) comparado con las regresiones lineares mensuales para Junio ($\text{RSQ} = 0,79 \pm 0,03$), Julio ($\text{RSQ} = 0,68 \pm 0,14$), y Agosto ($\text{RSQ} = 0,55 \pm 0,21$). Esto sugiere que los incrementos de VOC hacia el final de Septiembre de 2019 pueden ser asociados firmemente con operaciones de OyG. Regresiones lineares mensuales similares entre el monóxido de carbono (CO) y los alcanos ligeros resultaron en correlaciones débiles ($\text{RSQ} < 0,1$), indicando que la quema de combustibles fósiles no era una fuente probable de los incrementos de VOC observados en Septiembre de 2019. Véase la Figura C.14 para resultados mensuales de regresión. Similar a BTEX, los promedios diarios totales de los niveles de VOC se estabilizaron después de Septiembre de 2019 pero permanecieron elevados por aproximadamente dos veces el total de los niveles VOC observados en el verano de 2019.

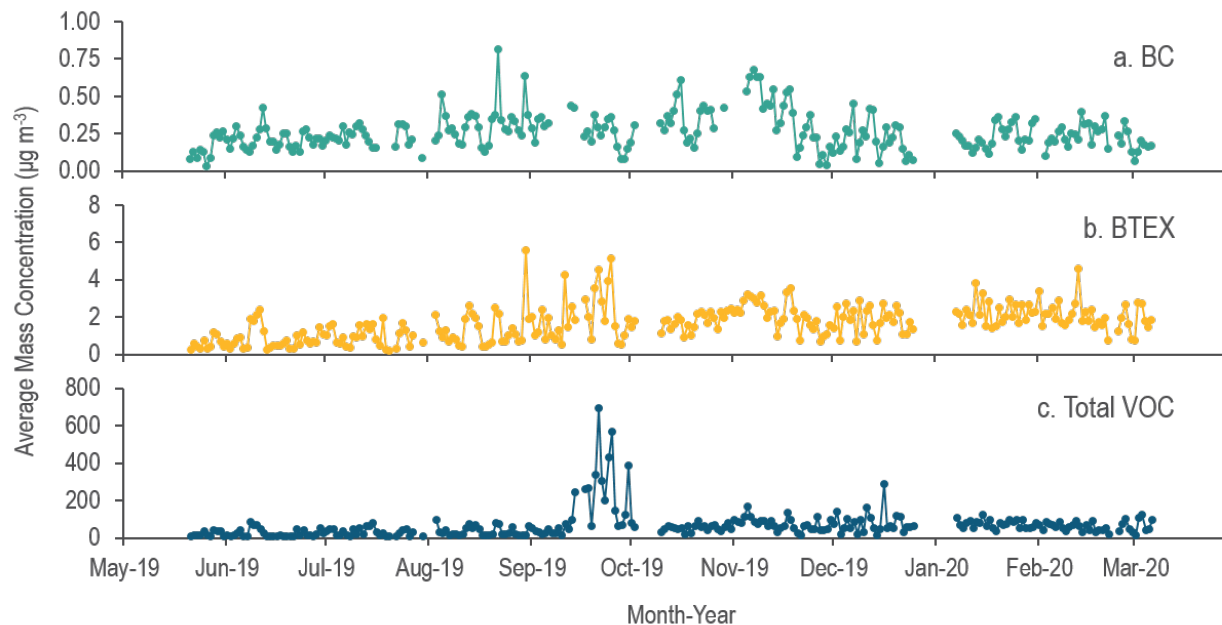


Figura C.6 El promedio diario de concentración de masa de a) BC, b) BTEX, y c) VOC total durante el monitoreo del aire del ambiente de SNAPS en Lost Hills, CA. Note que los datos después del 6 de Marzo de 2020, no fueron reportados para evitar las inferencias acerca de la calidad del aire después de la Orden Ejecutiva N-33-20.¹⁰

iii. Patrones Diurnos

Niveles BC promedios presentan picos en la mañana (5 - 8 AM) y de la tarde (4 - 9PM)(Figura C.7). Una combinación de variabilidades de los contaminantes del aire diurno; VMT de Camiones y de PC; y datos meteorológicos sugiere que los picos estaban cercanamente alineados con el tiempo del día cuando las fuentes móviles se volvieron activas y la altura de la mezcla atmosférica empezó a incrementar como resultado del incremento de las temperaturas de la superficie (5 y 7 AM; Figura C.15). Las condiciones típicas atmosféricas concentran la contaminación del aire local en la superficie durante la puesta del sol y la diluyen durante las horas diurnas. Como tales, los niveles de BC estuvieron en su punto más bajo durante el medio día a pesar de los niveles altos esperados de las actividades humanas. Los niveles de BC decrecieron después de los picos de la tarde, probablemente debido a que sus fuentes se apagaron y/o la dirección del viento cambió de norte a oeste.

Los niveles promedio de BTEX tuvieron un pico temprano de la mañana (3 - 7AM) y decrecieron a su más bajos niveles durante el medio día. Los picos de las madrugadas abarcaban de 2 a 4 $\mu\text{g m}^{-3}$, mientras los niveles más bajos fueron aproximadamente tres veces más bajos (Figura

¹⁰ <https://covid19.ca.gov/img/Executive-Order-N-33-20.pdf>

C.7). Subsecuentemente, los niveles de BTEX incrementaron durante las horas pico y se mantuvieron relativamente elevados pasadas las 5 PM. Lost Hill experimentó patrones de viento preferenciales que trajeron masas de aire de dirección suroeste a oeste hacia el sitio receptor durante temprano de la mañana y las horas de la tarde (e.g. emisiones de OyG) y masa de aire de dirección norte hacia el sitio receptor diurna (e.g. mezcla de tráfico, residencial, y emisiones agrícolas). Es plausible que los niveles relativamente elevados de BTEX durante las horas de la tarde fueran causados por fuentes ubicadas al oeste del sitio receptor en combinación con las condiciones atmosféricas de la tarde que concentraron la contaminación del aire de la superficie.

El promedio total de niveles VOC se comportaron similarmente a BTEX pero con un pico menos pronunciado en la mañana. La retención de los niveles elevados totales de VOC después de la puesta del sol pueden estar estrechamente asociados con fuentes ubicadas hacia el lado oeste de Lost Hills (véase las trayectorias de los vientos en la Figura C.5), y las condiciones atmosféricas de la tarde que concentran la contaminación del aire de la superficie. Ya que el total de VOC está comprendido de hidro-carbuos ligeros así como especies complejas de hidro-carbuos aromáticos emitidos a niveles variantes de diferentes fuentes, los patrones diurnos pueden no representar el patron de todos los químicos que son emitidos en las inmediaciones cerca de Lost Hills.

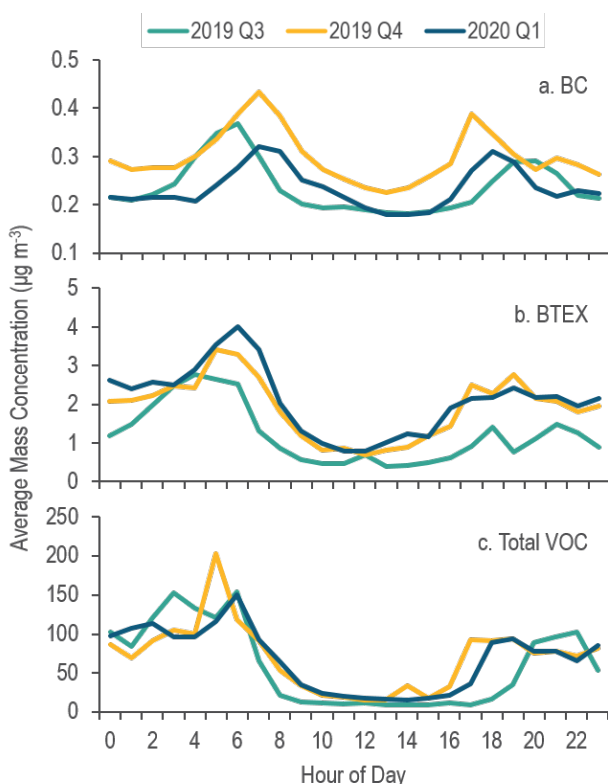


Figura C.7 Los patrones diurnos de a)BC, b)BTEX, y c) VOC total para cada trimestre del monitoreo del aire del ambiente del SNAPS en Lost Hills.

f. Reporte de Distribución de Fuentes

El modelo Matriz de Factorización Positiva (PMF) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) versión 5,0 es una herramienta de análisis de factor multivariable que deconstruye los datos de monitoreo de aire del ambiente y produce múltiples "perfiles químicos" y "series de tiempo de contribución". Cada par es llamado un Factor: una combinación de información que describe la influencia de las fuentes potenciales/tipos de fuente /categorías de fuentes en la calidad del aire observado en el sitio receptor. PMF también provee herramientas de error de estimación para mejorar la confianza en el resultado del modelo. El PMF es una herramienta bien establecida para muchos investigadores para estudiar la calidad del aire.¹¹

Análisis de distribución de Fuentes de PMF fueron conducidos para cada trimestre del período de monitoreo del aire de SNAPS para mejorar nuestro entendimiento de la influencia de las actividades humanas de temporada, patrones de contribución de las fuentes, y procesos atmosféricos que afectan la calidad del aire sobre el sitio receptor. Los Factores de PMF-resueltos fueron cada cual asignados a una categoría de fuente basándose en los perfiles químicos las series de tiempos de contribución en combinación con la literatura revisada, evaluación de patrón, CPF, y comparaciones estadísticas de los perfiles químicos de Factor a la base de datos EPA SPECIATE 5,1 (Figura C.8). La base de datos SPECIATE contiene más de 6,700 perfiles químicos de varios tipos de fuentes de emisión, de las cuales más de 2,500 están enfocadas a las especies de origen gaseoso.¹² Es usada para desarrollar modelos de calidad del aire y el Inventario de Emisiones Nacionales (NEI) de la EPA. Una interpretación experta es requerida para asignar los factores de PMF resueltos a las categorías de fuentes basadas en la clasificación de la información. Información adicional del análisis de la distribución de fuentes puede ser hallado en la Sección del Anexo h.ii y el EPA PMF Guía del Usuario.

¹¹ <https://www.epa.gov/air-research/positive-matrix-factorization-model-environmental-data-analyses>

¹² Base de datos U.S. EPA SPECIATE. <https://www.epa.gov/air-emissions-modeling/speciate>

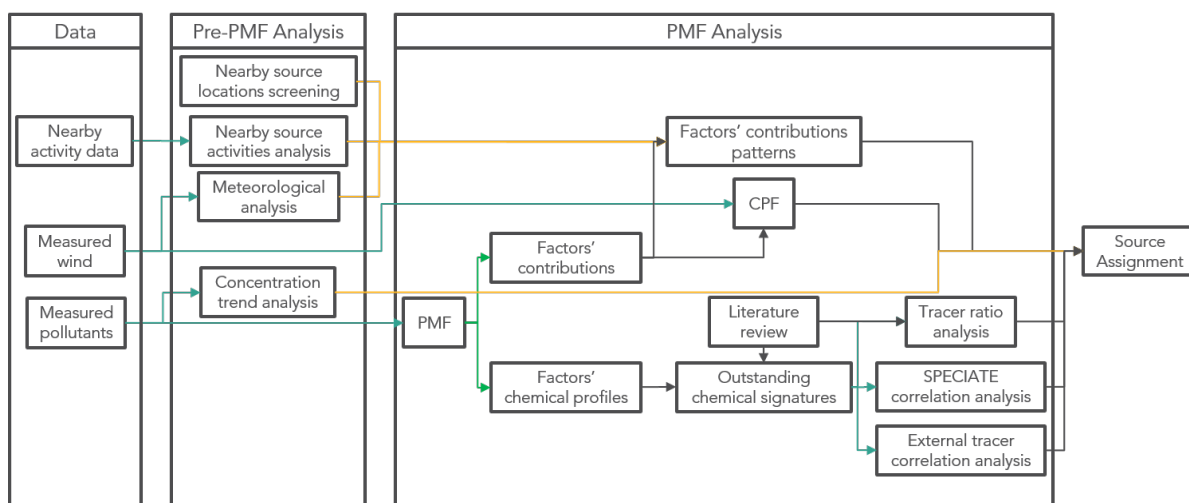


Figura C.8 Diagrama de flujo describiendo el proceso de asignación de las fuentes.

Siete, ocho, y ocho Factores estables fueron resueltos para 2019 Q3, 2019 Q4, y 2020 Q1 en este análisis de distribución de fuentes PMF, respectivamente. Estas soluciones son seleccionadas basadas en la estabilidad, evaluación del error residual, y de arranque/resultados de estimación del error. Basados en la fuente subsecuente del proceso de asignación, once relativamente Factores únicos fueron resueltos con múltiples Factores comunes bajo fuentes móviles y categorías de operaciones en todas los tres cuadrantes de análisis PMF (Tabla C.1). Justificaciones detalladas de la asignación de fuentes puede hallarse en la sección de Anexo h.iii.

Tabla C.1 Categorías de fuentes asignadas a la resolución de Factores PMF en cada período de análisis.

Source Category	Factor #	Quarters		
		2019 Q3	2020 Q4	2020 Q1
Mobile Sources	1	X	X	X
	2	X	X	X
	3		X	X
	4		X	
O&G Operations	1	X	X	X
	2	X	X	X
	3	X	X	X
	4		X	X
	5	X		
	6			X
Biogenic Sources	1	X		

Note que el análisis de distribución de fuentes PMF es una de las muchas técnicas que pueden ser usadas para evaluar la influencia potencial de las fuentes en la calidad del aire observada en el sitio receptor. Su desempeño es típicamente limitado a la lista de compuestos químicos que son medidos en el sitio receptor; entendiendo los datos de actividades del nivel de la fuente; caracterización precisa de las emisiones; entendimiento de las contribuciones de antecedentes; y la complejidad de procesos atmosféricos que afectan los contaminantes del aire en la atmósfera (e.g. química, transporte, meteorología). El modelo de PMF no es un modelo de transporte químico (CTM) y por lo tanto no cuenta como proceso atmosférico en el análisis que lleva a pérdidas/ transformaciones de contaminantes del aire emitidos directamente. A medida que el aire contaminado se desplaza de la fuente al sitio receptor, los químicos reaccionan a niveles variantes que añade a las incertidumbres en la asignación de fuentes y la representación del Factor PMF resuelto. La co-ubicación potencial y mezcla natural de varias emisiones de varios contaminantes del aire incrementó las probabilidades crear Factores que produzcan PMF y que representen las contribuciones de fuentes mixtas. De ahí que, la información presentada en este reporte debe ser usada con precaución, y todas las condiciones deben ser consideradas previamente al avance de la interpretación de los resultados.

Las secciones abajo describen el resumen de los resultados agregados de los tres cuadrantes del análisis PMF, con un enfoque primario en BC, BTEX, y el total de VOC.

i. Contribución de BC

Los resultados indicaron que las fuentes móviles dominaron las contribuciones de BC en los tres cuadrantes durante el monitoreo de aire ambiental de SNAPS en Lost Hills (Figura C.9). BC es directamente un contaminante del aire emitido y estrechamente relacionado con la quema de combustibles de petróleo y biomasa en lugar de emisiones fugitivas y evaporativas. Aunque las operaciones de OyG como lo son la combustión pueden ser la fuente de firma de combustión, resultados de PMF sugieren que las operaciones de OyG cerca de Lost Hills contribuyeron a una fracción relativamente menor de BC comparado a las fuentes móviles. Otras fuentes de BC probablemente existan en la región (e.g., quema de biomasa), pero no fueron resueltas en el análisis de PMF debido a las limitaciones del modelo y de los datos. Basándose en los valores absolutos, las contribuciones de BC de fuentes móviles incrementó por $0,10 \mu\text{g m}^{-3}$ de nivel 2019 Q3 a 2019 Q4 por una reducción de $0,07 \mu\text{g m}^{-3}$ para abajo al nivel 2020 Q1. Las VMT trimestrales promedio de Camiones y de PC la SR-46 y la I-5 cerca de Lost Hills varió aproximadamente $\pm 5\%$ and $\pm 10\%$ respectivamente, lo cual puede ser parcialmente responsable de las diferencias entre los niveles de BC en el ambiente sumados a las condiciones meteorológicas que típicamente concentran la contaminación del aire de la superficie durante meses más fríos. Sin embargo, el procesamiento atmosférico complejo puede resultar en que los datos de la calidad del aire esté propenso a errores en el modelo y condicionales deben ser utilizadas para interpretar características no-dominantes en los resultados de PMF entre los tres cuadrantes.

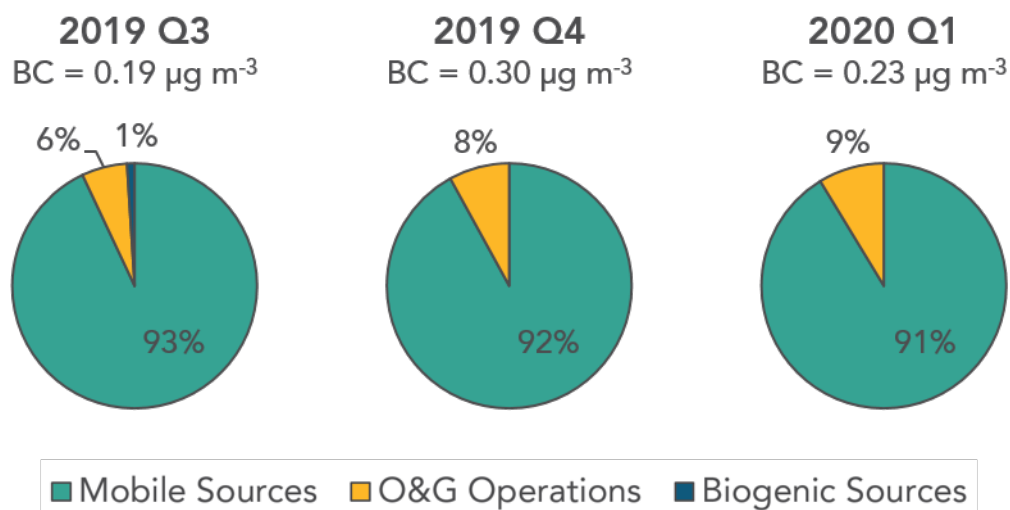


Figura C.9 Las contribuciones trimestrales de BC de las fuentes móviles, operaciones de O&G, y fuentes biogénicas. Las concentraciones representan la suma trimestral.

ii. Contribución BTEX

Los resultados indicaron que las fuentes móviles y las operaciones de O&G dominaron las contribuciones de BTEX en todos los tres cuadrantes durante el monitoreo del aire ambiental de SNAPS en Lost Hills (Figura C.10). Las fuentes móviles contribuyeron a una fracción menor (44%) de BTEX en 2019 Q3, pero sus contribuciones fraccionarias incrementaron en los cuadrantes posteriores. Basándose en los valores absolutos, las fuentes móviles contribuyeron a aproximadamente tres veces el nivel de 2019 Q3 en ambos 2019 Q4 y 2020 Q1. Las operaciones O&G contribuyeron a una gran fracción (55%) de BTEX en 2019 Q3, pero sus contribuciones fraccionales decrecieron en los cuadrantes posteriores. Basados en los valores absolutos, las operaciones de O&G también contribuyeron a aproximadamente tres veces el nivel de 2019 Q3 en ambos 2019 Q4 y 2020 Q1. Parte de los cambios simultáneos en las contribuciones de las fuentes móviles y las operaciones de O&G pudieron haber resultado de los cambios en las temperaturas estacionales que afectaron directamente la calidad del aire por medio de diluir o concentrar la contaminación del aire cerca de la superficie durante los meses cálidos y fríos, respectivamente (Figura C.13). Es importante notar que el m/p-xileno no fue incluido en el análisis PMF para 2019 Q3 debido a sus resultados débiles de QAQC que inherentemente sacó de tendencia la visión general de los niveles de BTEX al mostrar que eran menores en 2019 Q3 (véase el Sección del Anexo h.iii). En 2019 Q4 y 2020 Q1, las fuentes móviles y las operaciones OyG tuvieron m/p-xileno distribuido en ~16 - 19% de sus fracciones de BTEX. A pesar de que m/p-xileno fue relativamente una fracción más pequeña del BTEX, los resultados PMF pueden variar si el m/p-xileno pasó las pruebas de QAQC y fue incluido en el modelo. Tal escenario no fue evaluado por el 2019 Q3 y por lo tanto se debe ejercer cautela en la interpretación de los resultados de BTEX entre los tres cuadrantes.

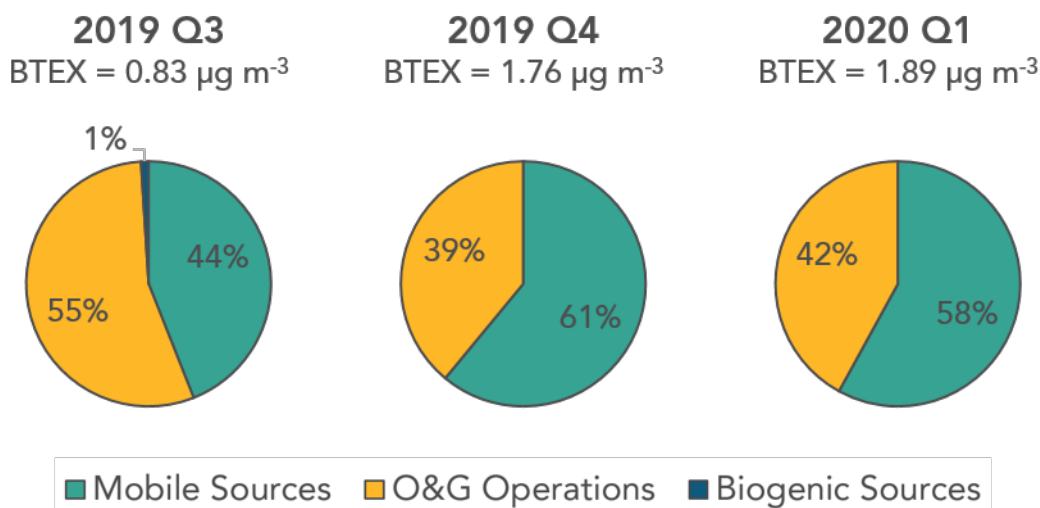


Figura C.10 La contribuciones trimestrales de BTEX de fuentes móviles, operaciones OyG, y fuentes biogénicas. Las concentraciones representan la suma trimestral.

iii. Contribución VOC total

Los resultados indicaron que las operaciones de OyG dominaron el total de las contribuciones VOC en todos los tres cuadrantes durante el monitoreo del aire ambiental de SNAPS en Lost Hills (Figura C.11). Los niveles de VOCs fueron primariamente guiados por los alcanos de la luz (e.g., etano, propano, i-butano, n-penteno) distribuidos a los Factores representando a ambas fuentes móviles y de operaciones OyG. Aún si un set consistente de especies de VOCs fueron medidas a lo largo del período de monitoreo del aire del ambiente de SNAPS, procesos QAQC trimestrales produjeron sets de datos de VOC refinados que eran únicos en cada uno de los análisis trimestrales de PMF. Solo aquellas especies VOC que pasaban los procedimientos QAQC fueron utilizados (Sección de Anexo h.ii y Guía del Usuario EPA PMF). De ahí que, era importante considerar la importancia relativa de las especies químicas individuales previas a la interpretación de los resultados de VOC totales. Bajo varias circunstancias, los compuestos químicos identificados como contaminantes del aire peligrosos (HAPs) no pueden dominar la masa total de VOC. Además del clima más helado que concentra la contaminación del aire de manera indirecta en las superficies, es posible que el cambio en las operaciones OyG durante el Otoño de 2019 causara un incremento en el VOC total en los trimestres subsecuentes (véanse la Figura C.3). Datos describiendo las contribuciones de especiación de VOC para cada trimestre pueden ser halladas en la Sección de Anexo h.iii.

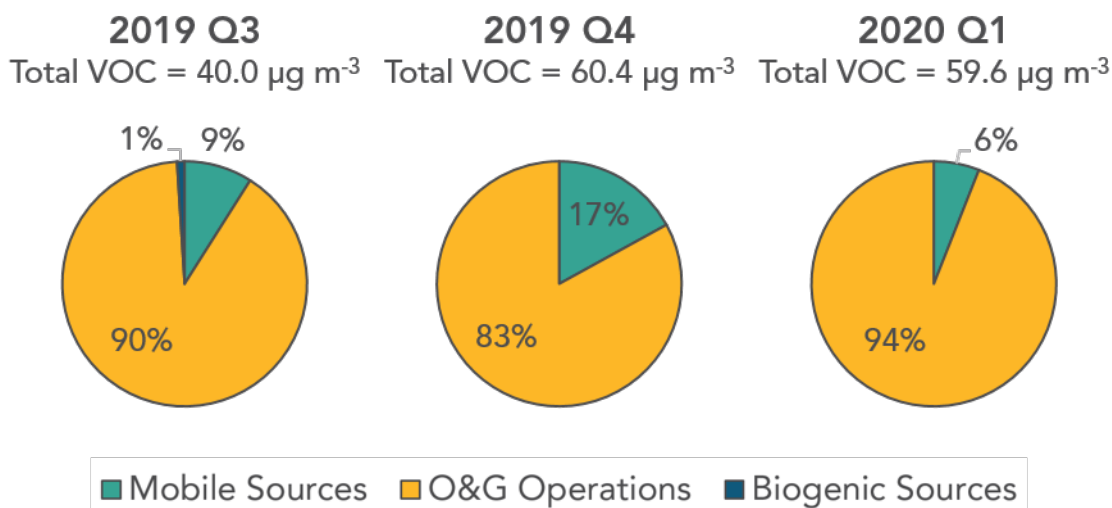


Figura C0.11 La contribución de VOC total trimestral de fuentes móviles, operaciones de OyG, y fuentes biogénicas. Las concentraciones representan la suma trimestral.

iv. Patrones Diurnos por Categorías de Fuentes

Los patrones diurnos relativos sugieren que las fuentes móviles influenciaban el BC del ambiente, BTEX, y los niveles totales de VOC particularmente durante temprano de las mañanas entre 5 y 7 AM y en la tarde entre las 5 y las 8 PM dependiendo de la estación (Figura C.12). A pesar que las fuentes móviles estaban consistentemente activas alrededor de la región, los picos fueron consistentes con los patrones de actividad humana en general (e.g., horas pico de las mañanas y tardes); el cambio en la meteorología durante salida del sol y la puesta del sol que transporta el aire de diferentes regiones hacia el sitio receptor (Figura C.5); y la concentración de la contaminación del aire en la superficie durante la noche (Figura C.15). Note que el análisis de PMF no llevó a cabo substracciones de antecedentes en los datos de monitoreo del aire del ambiente debido a la carencia de mediciones contra el viento. El aire contra el viento puede ser influenciado por una variedad de fuentes de contaminantes del aire y por procesos atmosféricos antes de llegar al sitio receptor, conduciendo a incertidumbres residuales en los resultados de PMF. Es, por lo tanto, apropiado asumir que todos los Factores de PMF resueltos están influenciados por el aire de fondo en alguna medida. Para más detalles, mire la Sección h.

Las operaciones OyG fueron asociadas con relativamente consistente BC, BTEX, y el total de mejoras VOC durante las horas de la tarde comparadas con las de medio día probablemente debido a meteorología que transportaba preferencialmente el aire desde el oeste a Lost Hills (Figura C.5). Los picos de las operaciones OyG, si las hay, ocurren ligeramente más temprano que los picos asociados con las fuentes móviles. Contribuciones de las operaciones de OyG durante el medio día fueron menores comparadas con las de las horas de la tarde ya que las operaciones de OyG no existen en grandes agrupaciones inmediatamente al norte de Lost Hills donde se desplaza el aire del día.

Contribuciones biogénicas fueron observadas más notablemente en 2019 Q3 alrededor de las 9 PM, que continuó durante las horas de la tarde. La evaluación CPF sugiere que las contribuciones pudieron haber sido influenciadas por la quema de biomasa así como el transporte de mediano rango de masa de aire de la costa oeste, transportando emisiones biogénicas dentro del valle a medida que se mezclaba con el aire influenciado por las fuentes de contaminantes del aire regional como lo son las operaciones industriales, fuentes móviles, y la quema de biomasa en el Valle.

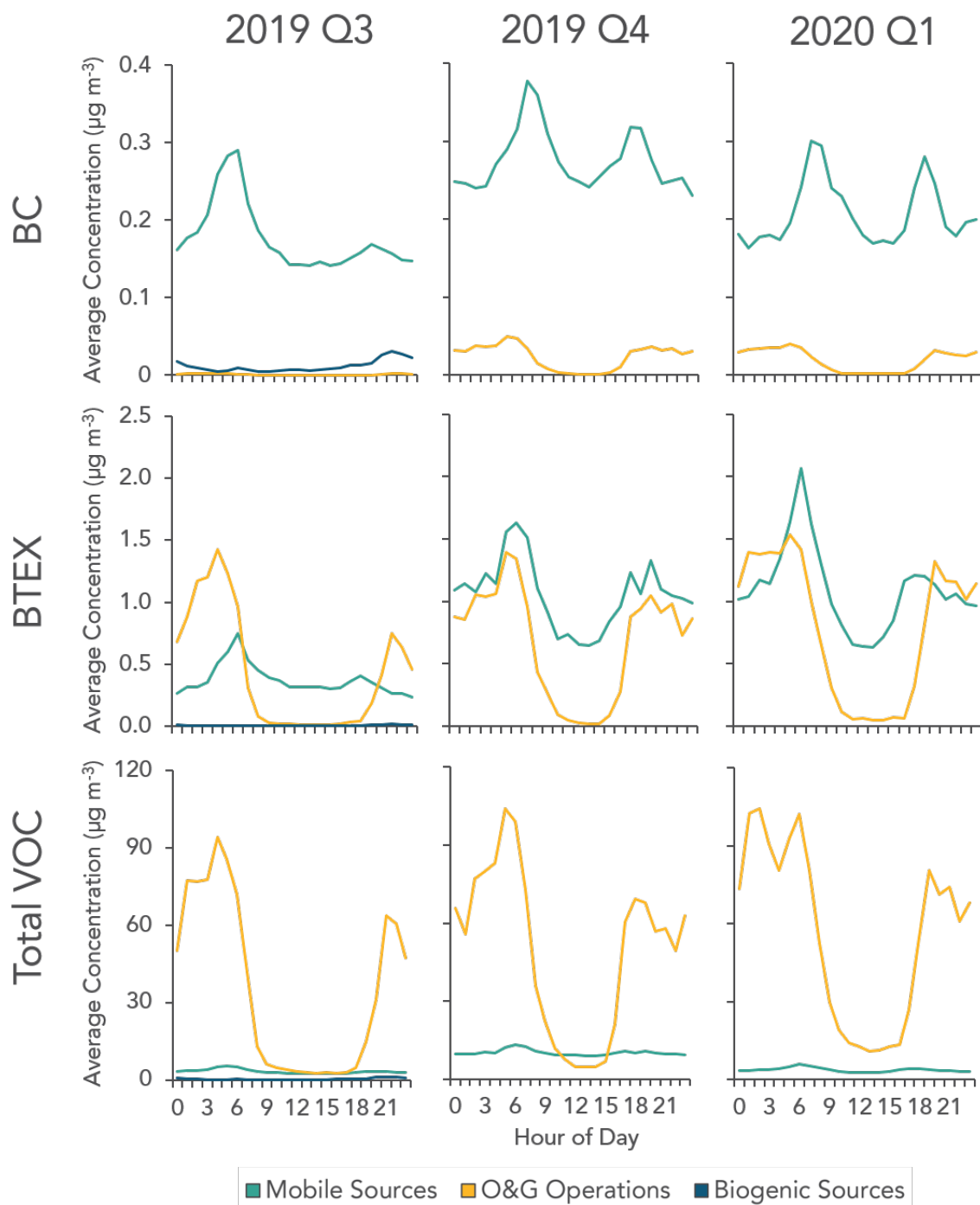


Figura C.12 El patrón diario trimestral de las fuentes móviles BC, BTEX, y VOC, operaciones de OyG, y fuentes biogénicas. Las concentraciones representan el promedio trimestral para cada hora.

g. Resumen

El análisis de distribución de fuentes de los diferentes cuadrantes, aún si se han llevado a cabo individualmente, tuvo generalmente resultados consistentes; operaciones de OyG fueron responsables de 1 - 9% de BC, 39 - 55% de BTEX, y 83 - 94% del total de VOC. Por otra parte, las fuentes móviles fueron responsables por 91 - 93% del BC, 44 - 61% de BTEX, 6 - 17% del total de VOC (Tabla C.2).

Tabla C.2 Resumen de los resultados de la distribución de fuentes.

Trimestre	Contribuciones					
	BC		BTEX		VOC total	
	OyG	Móvil	OyG	Móvil	OyG	Móvil
2019 Q3	1%	93%	55%	44%	90%	9%
2019 Q4	8%	92%	39%	61%	83%	17%
2020 Q1	9%	91%	42%	58%	94%	6%

Este análisis también concluyó que la dirección del viento y la turbulencia atmosférica jugaba un papel importante en Lost Hills. Es de esperar que la región va a continuar experimentando patrones meteorológicos similares observados durante el monitoreo del aire del ambiente de SNAPS. La operaciones de OyG fueron la influencia más dominante de la calidad del aire durante las horas de la noche cuando los vientos provenían desde el suroeste y oeste de Lost Hills. Por otra parte, las fuentes móviles se convirtieron en la influencia dominante de la calidad del aire en las mañanas y temprano de la tarde cuando el viento viaja de la región norte a noreste. En la noche y durante los meses más fríos se experimento niveles de contaminación del aire más altos que en el día y que en los meses más cálidos. Además de explorar opciones de reducción de emisiones potenciales, reduciendo los intercambios de aire entre interiores y exteriores durante las horas de la tarde más frías puede reducir significativamente la exposición a los contaminantes del aire. La meteorología es compleja en San Joaquin Valley y por lo tanto condiciones adicionales deben hacerse para interpretar los resultados en el contexto de las fuentes localizadas más lejos del sitio receptor.

El modelo PMF fue capaz de generar relativamente Factores únicos que describían las dos categorías mayoritarias pese a las influencias residuales aparentes en la salida de PMF. Midiendo más especies que actúan como indicadores o marcadores de las varias categorías de fuentes puede facilitar significativamente el proceso de asignación de fuentes y resolver Factores potencialmente con mayor confianza. Se presentan condiciones adicionales en los Anexos de Distribución de Fuentes.

h. Distribución de Fuentes Anexos

Tabla C.3 Lista detallada de las variables medidas en el sitio SNAPS de monitoreo de aire del ambiente de Lost Hills utilizadas en el análisis de PMF.

Class	Parameters
Gas	methane
Gas	hydrogen sulfide
Particle	PM _{2.5}
Gas	ozone
Particle	black carbon
Gas	carbon monoxide
Meteorology	N-S Wind (Vector)
Meteorology	E-W Wind (Vector)
Meteorology	Temperature
Gas	ethane
Gas	ethene
Gas	propane
Gas	propylene
Gas	isobutane
Gas	n-butane
Gas	acetylene
Gas	trans-2-butene
Gas	1-butene
Gas	cis-2-butene
Gas	cyclopentane
Gas	2-methylbutane
Gas	n-pentane
Gas	trans-2-pentene
Gas	1-pentene
Gas	cis-2-pentene
Gas	2,2-dimethylbutane
Gas	2,3-dimethylbutane
Gas	2-methylpentane
Gas	3-methylpentane
Gas	isoprene
Gas	1-hexene
Gas	methylcyclopentane
Gas	n-hexane
Gas	benzene
Gas	cyclohexane
Gas	2,4-dimethylpentane
Gas	2,3-dimethylpentane
Gas	2-methylhexane
Gas	3-methylhexane
Gas	methylcyclohexane
Gas	n-heptane
Gas	toluene
Gas	2,2,4-trimethylpentane
Gas	2,3,4-trimethylpentane
Gas	2-methylheptane
Gas	3-methylheptane
Gas	n-octane
Gas	ethylbenzene
Gas	m/p-xylene
Gas	styrene
Gas	o-xylene
Gas	isopropylbenzene
Gas	n-nonane
Gas	n-propylbenzene
Gas	1,3,5-trimethylbenzene
Gas	m-ethyltoluene
Gas	1,2,4-trimethylbenzene
Gas	p-ethyltoluene
Gas	o-ethyltoluene
Gas	1,2,3-trimethylbenzene
Gas	n-decane
Gas	p-diethylbenzene
Gas	m-diethylbenzene
Gas	n-undecane
Gas	n-dodecane



Figura C.13 La temperatura diaria promedio medida durante el monitoreo del aire del ambiente de SNAPS en Lost Hills, CA.

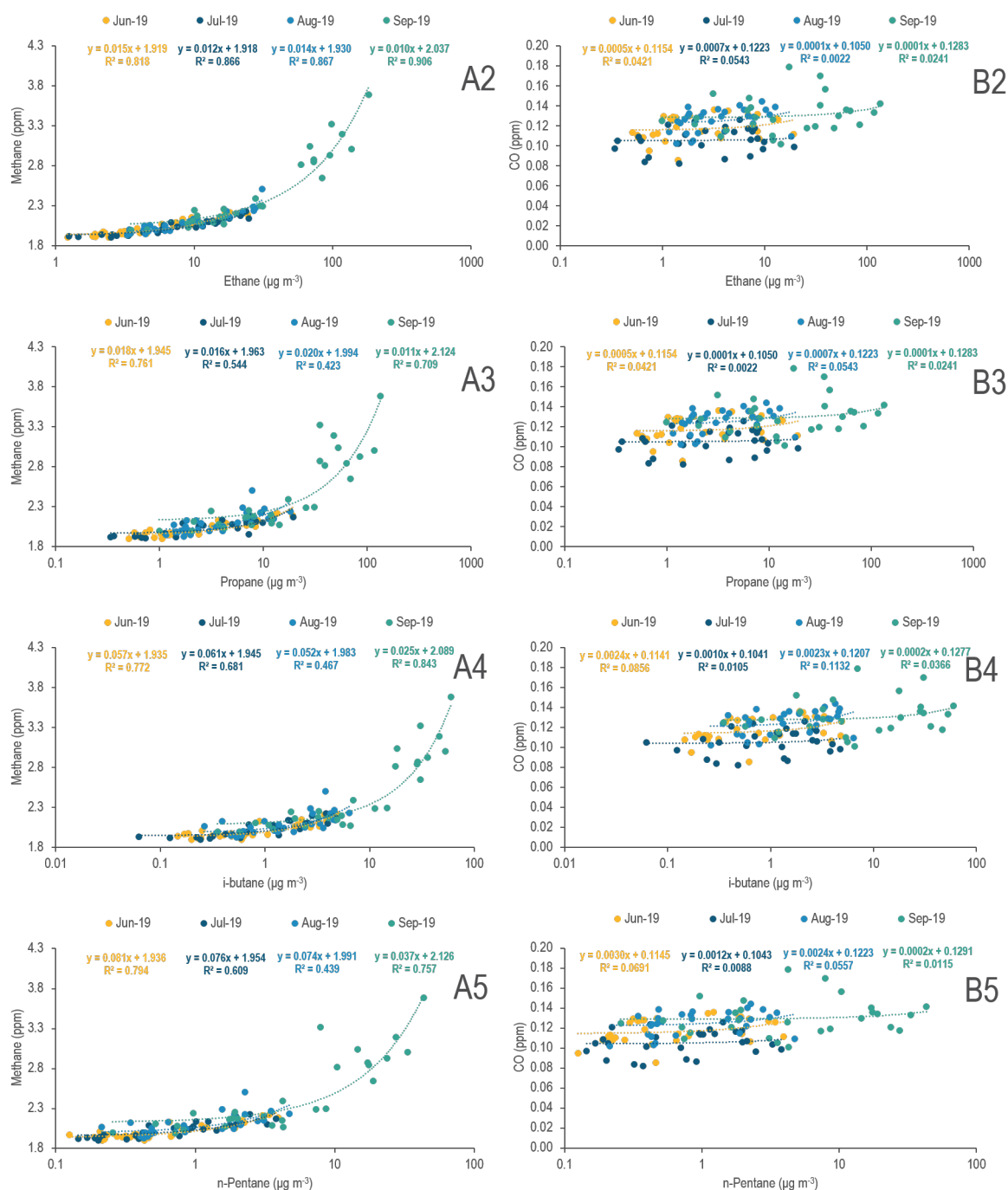


Figura C.14 Análisis de regresión lineal mensual entre CH_4 :C2-C5 alcanos y CO:C2-C5 alcanos para 2019 Q3. A y B corresponden a CH_4 y CO como variables del eje -y, respectivamente. Números 2-5 corresponden a etano (C_2H_6), propano (C_3H_8), i-pentano (C_4H_{10}), y n-pentano (C_5H_{12}), respectivamente.

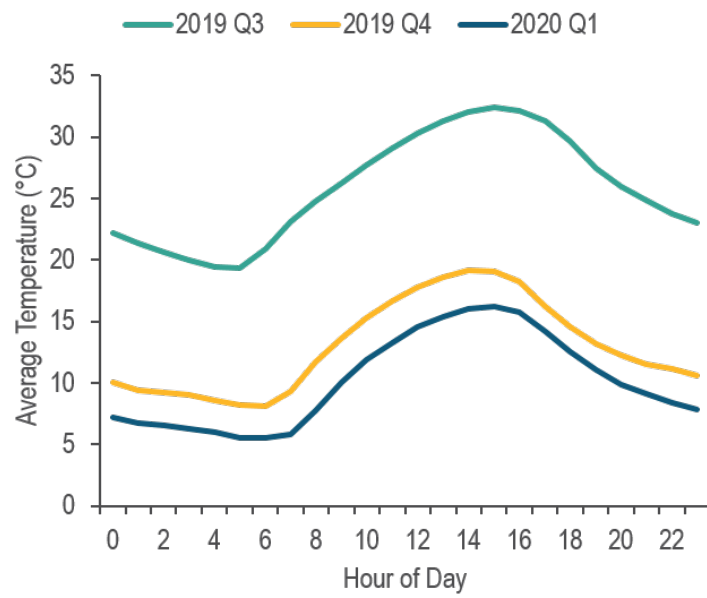


Figura0.15 Los cambios en las temperaturas diurnas promedio en cada trimestre del monitoreo del aire del ambiente de SNAPS en Lost Hills, CA.

i. Estadísticas de Probabilidades de PC Regional y Actividades de Camiones durante 2020 Q1

El volumen de tráfico diurno promedio semanal (PC y Camiones) de PeMS fue usado para identificar la semana en la cual las actividades de transporte en la carretera se desviaban de las condiciones típicas en el Distrito 6 como resultado de la respuesta del estado a la pandemia del COVID-19. Los exámenes -T fueron calculados para cada semana en 2020 relativos unos a los otros. En la semana i -a que consistentemente resultó con estadísticas débiles, particularmente con sus actividades de tráfico de la semana previa, fue identificada como la semana de caída (i.e. semana en que la actividad de tráfico cambió dramáticamente). La semana i menos 1 fue considerada la semana de corte; la semana en la cual el análisis de datos acabó.

Ambas VMT de camiones y PC cayeron significativamente en la 12^{va} semana ($i = 12$) de 2020 basándose en el promedio semanal de reducción de VMT y el promedio del examen- T de probabilidad que respalda el comportamiento de desviación de las actividades del tráfico comparado con las semanas previas (Figuras C. 16; C.17). Para remover la influencia de tales actividades de transporte volátil durante la orden de refugio en el lugar, el análisis de distribución de fuentes no incluyó datos después de la 11^{va} semana ($i-1=11$), o 9 de Marzo de 2020.

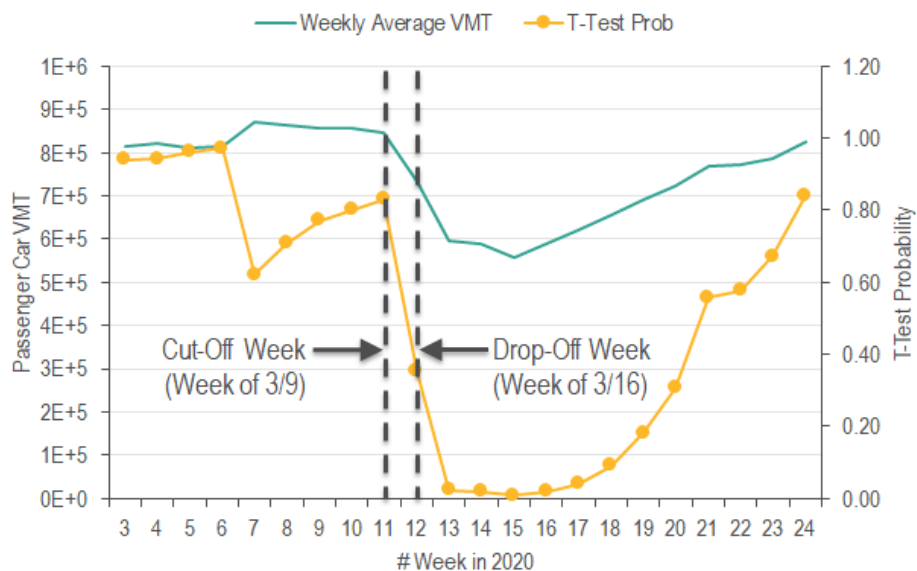


Figura C.16 Carro de pasajeros VMT y el examen-T agregado de probabilidades. Gran caída de VMT y los valores de probabilidad del examen-T sugirieron que el volumen de tráfico decreció significativamente alejándose de las condiciones típicas.

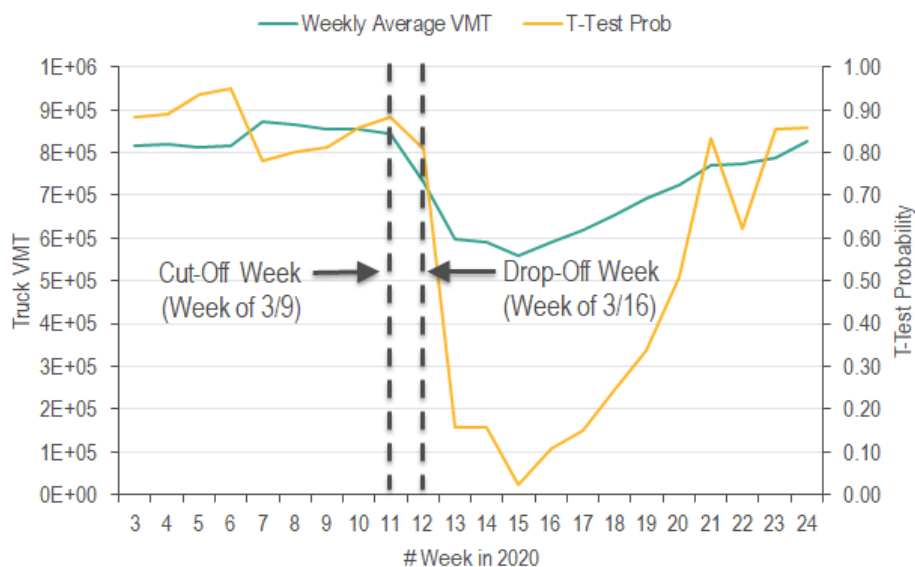


Figura C.17 Camiones VMT y el examen-T agregado de probabilidades. Gran caída de VMT y los valores de probabilidad del examen-T sugirieron que el volumen de tráfico decreció significativamente alejándose de las condiciones típicas.

ii. Métodos de Análisis de Distribución de Fuentes

La siguiente sección describe el protocolo de análisis de fuentes de tres niveles compilado por el personal de la CARB para evaluar los datos de monitoreo del aire del ambiente del SNAPS. El protocolo consiste en tres pasos; 1) pre-procesamiento de los archivos de entrada, 2) la ejecución de PMF, y 3) identificación de la fuente y la evaluación de los resultados. En el paso 2, una matriz independiente de ejecuciones de PMF con números variantes de soluciones de factor (5, 6, 7, 8 y 9) fue evaluado. Solución con los errores residuales más bajos y los resultados más sólidos de la estimación de errores fueron considerados para evaluación adicional. Los detalles de estos pasos se describen a continuación.

1. Pre-proceso de los archivos de entrada

En este paso, las variables meteorológicas (temperatura y viento), especies con características de formación secundaria ($PM_{2.5}$ y O_3), y especies con niveles de referencia altos (CH_4) se removieron del análisis PMF. Las especies faltantes incluyendo BC, monóxido de carbono (CO), etano, y varios VOCs. Así mismo, las influencias potenciales de fuentes hiperlocales fueron removidas de los archivos de entrada por medio de detectar valores de concentración que son mayores de 3 veces el máximo de sus valores adyacentes y reemplazándolos con el promedio de los valores adyacentes. Por ejemplo, en el nivel de etano del ambiente a las 2 PM el 1 de Octubre de 2019 fue al menos 3 veces mayor que el máximo de sus niveles a la 1 y 3 PM, la concentración a las 2 PM fue reemplazada por el promedio de los valores a la 1 y 3 PM.

2. Distribución de Fuentes PMF

En este paso, ejecuciones de PMF fueron llevadas a cabo con números variantes de factores. Para cada número de factores, los siguientes pasos fueron llevados a cabo para dar lugar a una solución estable:

- a. **Eliminación del Punto de Datos:** Exclusión adicional de datos por medio de inspeccionar visualmente las series temporales de las especies y detectando picos sospechados de ser causados por fuentes hiperlocales,
- b. **Eliminación de Especies:** Según la guía del usuario de PMF, las especies con una relación entre señal y ruido débil (S/N) fueron marcadas como "mal" ($< 0,5$; excluidas del análisis) o "débil" ($> 0,5$ y < 1 ; triplicó los niveles de incertidumbre),
- c. **Ejecución Reiterativa de PMF:** PMF fue ejecutada 20 veces y los errores modelo fueron evaluados; si el coeficiente de correlación (r^2) entre las concentraciones observadas y modeladas de las especies estaban por debajo de 0,6, o su pendiente estaba fuera del rango de 0,7 – 1,3, las especies se subestiman y son, i.e marcadas como "débiles" o "malas" si estaban marcadas como "fuertes" o "débiles", respectivamente. Después de subestimar las especies, el modelo se corre varias veces hasta que las concentraciones de especies modeladas pasan el criterio de coeficiente de correlación y pendiente. Evaluaciones posteriores del modelo de salida como el análisis residual y la evaluación de las Parcelas- G fueron ejecutadas según la guía del usuario de PMF.
- d. **Evaluaciones de error:** Después de hallar la configuración de las especies que resultaron en la solución más estable, PMF fue ejecutada 100 veces para hallar la mejor solución. Los errores aleatorios y la ambigüedad rotacional asociada con el modelo de salida fueron evaluadas por medio de correr el método de desplazamiento y de arranque (100 veces) en la ejecución base, respectivamente. Si los errores fueron aceptables basados en la guía del usuario de PMF, el modelo de salida fue utilizado como la solución más estable.

3. Identificación de la Fuente y Resultados de Evaluación

El personal de la CARB evaluó los perfiles de factor químico de las soluciones más estables y seleccionó la mejor solución basándose en la solidez del modelo de salida, los perfiles de factor químico, y sus similitudes con firmas de fuentes conocidas. Los perfiles químicos de factor fueron identificados y respaldados siguiendo los pasos siguientes:

- a. **CPF:** Usando CPF para determinar las ubicaciones relativas de las fuentes y evaluando la dirección del viento dominante cuando se observaron relativamente altas contribuciones de Factor. Las direcciones del viento fueron asociadas con las contribuciones de Factor > percentil 75
- b. **Patrones Diurnos:** Determinando las variaciones diurnas de las contribuciones de Factor. Los Factores que están asociados con los vientos norte basados en el análisis de CPF tenían más altas contribuciones durante el día, apoyando la hipótesis de que esos factores están asociados con la actividad de tráfico. Los Factores que estaban asociados con los vientos sur y oeste basándose en el análisis CPF tenían más altas contribuciones durante la noche, apoyando la hipótesis de que esos factores están relacionados con operaciones de OyG.
- c. **Identificación de la Fuente:** En este paso, el personal de la CARB interpretó los perfiles químicos de Factor usando marcadores de especies y categorías de fuentes en la base de datos SPECIATE 5.1.

iii. Asignación de Factor

1. Factor 1 de Fuente Móvil (nivel de confianza = medio)

Factor 1 de Fuente Móvil fue asignado a su categoría de fuente basada en CO, BTEX, y 1, 2, 4-trimetilbenceno que son típicamente dominantes en las emisiones de los tubos de escape de los vehículos (Véase la Tabla C.4 del Anexo).^{13, 14, 15} Perfiles químicos similares fueron resueltos en todos los tres cuadrantes. Estos perfiles químicos correlacionados con RSQ ~30 - 70%, demostrando las similitudes entre los resultados de PMF obtenidos independientemente en cada cuadrante. Los valores RSQ de menor valor vinieron de 2019 Q3 que también incluían una mezcla más compleja de emisiones de fuentes móviles caracterizadas por BC, alto CO, 1,3,5-trimetilbenceno, 2,2,3-trimetilpentano, y n-decano. 2019 Q4 y 2020 Q1 también contenía combinaciones de 1,2,3-trimetilbenceno y etilbenceno como componentes notables de los perfiles químicos. La presencia de n-decano y n-nonano en 2019 Q3 y 2019 Q4, respectivamente, sugirió que el Factor pudiera representar una combinación de emisiones de escape de automóviles e influencias residuales de solventes, incluyendo combustible del petróleo. Las razones normalizadas de benceno, n-butano, n-pentano, e isopentano fueron de 0,03 – 0,49, 0 – 0,94, 0 – 0,61, y 0,65 – 1,65, que se asemejaban a las fuentes de emisiones reportadas por Pang et al. (2014) en lugar de uso de solventes. Condicionales deben ser usadas para transmitir los errores de modelo afectando el Factor de los perfiles químicos.

El análisis de CPF asoció las contribuciones de Factor con los vientos del norte, oeste, y sureste (Figura C.18). En general, estas direcciones son consistentes con las ubicaciones de la SR-46 y las áreas residenciales de Lost Hills con respecto al sitio receptor. Aunque las influencias residuales de las operaciones OyG son posibles, ese Factor tuvo una correlación relativamente baja con los niveles del ambiente de CH₄ (RSQ~0,06-0,11), sugiriendo que las operaciones de OyG no están fuertemente asociadas con este Factor. El perfil diurno de este Factor muestra niveles de contaminantes nocturnos similares o más altos que los diurnos, con un pico temprano de la mañana y otro en las últimas horas de la tarde. Este patrón diurno fue consistente con las actividades humanas relacionadas al transporte y el período de transición

¹³ Dumanoglu, Y., Kara, M., Altıok, H., Odabasi, M., Elbir, T., & Bayram, A. (2014). Variaciones espaciales y estacionales y distribución de fuentes de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) en una región altamente industrializada. *Ambiente Atmosférico*, 98, 168 - 178.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.048>

¹⁴ Pang, Y., Fuentes, M., & Rieger, P. (2014). Las tendencias de las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs) de los vehículos de gasolina de trabajo ligero examinados en dinamómetros de chasis en el Sur de California. *Ambiente Atmosférico*, 83, 127 - 135.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.11.002>

¹⁵ Shao, P., An, J., Xin, J., Wu, F., Wang, J., Ji, D., & Wang, Y. (2016). Distribución de Fuentes de VOCs y la contribución de la formación de ozono fotoquímico durante el verano en el área típicamente industrial en el Delta del Río Yangtze, China. *Investigación Atmosférica*, 176 - 177, 64 -74.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.02.015>

atmosférico cuando el régimen de la mezcla atmosférica cambió de las horas de la noche a las de la mañana y viceversa.

Tabla C.4 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 1 de Fuente Móvil. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF. Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Mobile Source Factor 1						
Species	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. (µg m ⁻³)	%	Conc. (µg m ⁻³)	%	Conc. (µg m ⁻³)	%
BC	7.18E-02	38.0	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
CO	3.86E+01	32.5	1.02E+01	6.4	1.22E+01	7.6
ethane	2.45E-02	0.3	6.13E-01	3.7	0.00E+00	0.0
propane	7.01E-02	1.0	0.00E+00	0.0	1.73E-01	1.6
isobutane	6.12E-02	1.9	2.50E-03	0.1	1.43E-02	0.4
n-butane	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0	7.12E-02	1.2
acetylene	-	-	0.00E+00	0.0	3.51E-02	11.8
cyclopentane	0.00E+00	0.0	3.56E-02	5.0	2.30E-02	3.3
2-methylbutane	8.24E-02	2.8	1.25E-01	3.6	9.74E-02	2.7
n-pentane	0.00E+00	0.0	4.61E-02	1.8	0.00E+00	0.0
2,2-dimethylbutane	6.95E-03	6.7	4.12E-02	25.3	1.18E-02	7.6
2,3-dimethylbutane	3.84E-02	10.9	5.44E-02	12.7	3.19E-02	7.9
2-methylpentane	2.62E-02	3.2	8.18E-02	7.2	4.37E-02	4.0
3-methylpentane	8.73E-03	3.4	2.07E-02	3.4	2.83E-02	3.1
Isoprene	8.17E-03	2.9	-	-	-	-
methylcyclopentane	2.76E-02	2.1	1.25E-02	0.6	1.77E-02	1.0
n-hexane	3.50E-02	4.1	6.18E-03	0.5	1.88E-02	1.7
benzene	1.26E-01	58.8	7.56E-02	18.1	7.59E-02	14.7
cyclohexane	2.37E-02	4.3	1.00E-02	1.1	4.88E-03	0.6
2,4-dimethylpentane	2.37E-03	2.2	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
2,3-dimethylpentane	1.14E-02	4.7	7.03E-02	20.1	1.27E-02	4.0
2-methylhexane	2.33E-02	8.7	5.97E-02	17.0	2.53E-02	8.0
3-methylhexane	3.03E-02	8.3	5.43E-02	11.7	2.75E-02	6.3
methylcyclohexane	0.00E+00	0.0	3.10E-02	1.9	0.00E+00	0.0
n-heptane	4.14E-03	1.1	4.93E-02	10.3	1.69E-02	3.9
toluene	1.44E-01	41.9	2.00E-01	35.4	1.83E-01	30.6
2,2,4-trimethylpentane	4.72E-02	4.5	7.26E-02	4.7	4.19E-02	2.8
2,3,4-trimethylpentane	-	-	2.19E-02	26.1	1.12E-02	14.7
2-methylheptane	4.56E-03	3.0	2.07E-02	8.0	0.00E+00	0.0
3-methylheptane	8.70E-03	16.2	1.48E-02	16.5	1.02E-02	13.0
n-octane	7.81E-03	4.7	-	-	0.00E+00	0.0
ethylbenzene	2.91E-02	16.7	8.13E-02	26.6	7.96E-02	27.0
m/p-xylene	-	-	1.41E-01	45.8	1.89E-01	57.8
styrene	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
o-xylene	3.24E-02	34.8	6.59E-02	41.6	7.65E-02	49.4
n-nonane	-	-	4.46E-02	27.7	-	-
n-propylbenzene	-	-	5.76E-03	2.2	-	-
m-ethyltoluene	-	-	0.00E+00	0.0	1.61E-02	11.9
1,3,5-trimethylbenzene	1.41E-02	36.0	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	3.98E-02	30.7	9.57E-02	45.9	6.87E-02	33.9
1,2,3-trimethylbenzene	2.71E-02	10.5	1.16E-01	33.0	3.06E-02	12.3
n-decane	1.77E-02	27.0	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-

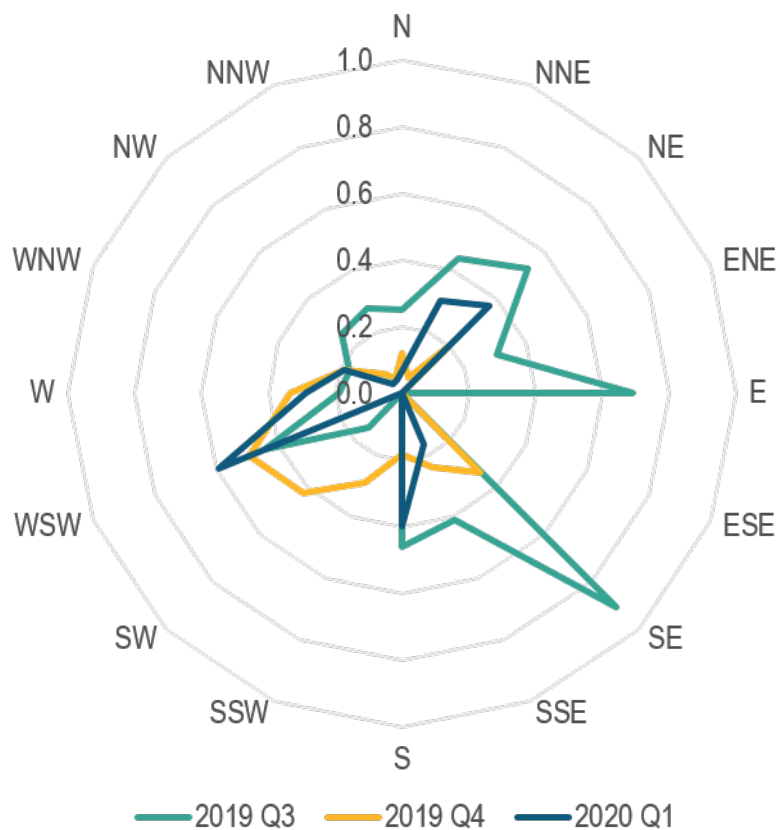


Figura C.18 CPF Trimestral para el Factor 1 de Fuentes Móviles. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor >percentil 75.

2. Factor 2 de Fuentes Móviles (nivel de confianza = alto)

Factor 2 de Fuentes Móviles fue asignado a su categoría fuente basado en las contribuciones de BC, CO, 2,2(3)-dimetilbutano, e influencias menores de 1,2,4-trimetilbenceno, que son marcadores típicos de las emisiones de los escapes de los vehículos (véase el Anexo Tabla C.5).^{16,17,18} Aún si 2019 Q4 fue asociado con BTEX, 2019 Q3 carecía de contribuciones de benceno y o-xileno, y 2020 Q1 carecía de contribuciones de xilenos con menor contribución de etilbenceno. Los resultados de PMF para 2019 Q3 fueron también asociados con el n-octano y n-heptano (firma del combustible de gasolina) sugiriendo que los Factores para cada una de los cuadrantes resolvió mezclas ligeramente diferentes de emisiones de fuentes móviles. Por ejemplo, el perfil químico de 2019 Q3 provee evidencia de contribución de emisiones de combustibles evaporativos, potencialmente causó temperaturas ambiente más altas. Los resultados de 2020 Q1 también incluyeron acetileno, el cual mejoraba la confianza en la asignación del Factor.^{19,20} El RSQ entre los perfiles químicos de los tres cuadrantes fue entre 0,41 – 0,93, con las comparaciones de correlaciones más débiles observadas para 2019 Q3. Ya que la información del conjunto sugiere que el Factor representa las emisiones móviles de la fuente y el producto del combustible del petróleo de categoría de fuente no conocida, una condición debe ser usada cuando se infiere información acerca de la Fuente Móvil de Factor 2 más allá de este reporte.

El análisis CPF mostró que las contribuciones de Factor alto estaban asociados con los vientos que vienen del norte o noroeste, consistente con la ubicación de la SR-46 con respecto al sitio receptor (Figura C.19). Las operaciones OyG fueron significativamente menores y menos abundantes al norte de Lost Hills. Basados en el perfil químico, es menos probable que las actividades residenciales contribuyan significativamente a este Factor. El patrón diurno tuvo un pico en la mañana (6 - 8 AM) y en avanzada la tarde (~7 PM). Aunque el pico de la tarde en 2019 Q3 fue sustancialmente más bajo, el patrón diurno general fue consistente con las actividades humanas relacionadas con el transporte y el período transitorio atmosféricamente

¹⁶ Brown, S. G., Frankel, A., & Hafner, H. R. (2007). Distribución de fuentes de VOCs en el área de Los Ángeles usando la matriz de factorización positiva. *Ambiente Atmosférico*, 41 (2), 227 - 237. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.08.021>

¹⁷ Guha, A., Gentner, D. R., Weber, R. J., Provencal, R., & Goldstein, A. H. (2015). La Distribución de fuentes de metano y de óxido nitroso en el Valle de San Joaquín en California en CalNex 2010 vía la utilización de la matriz de factorización positiva. *Química y Física Atmosférica*, 15 (20), 12043 -12063. <https://doi.org/10.5194/acp-15-12043-2015>

¹⁸ Leuchner, M., & Rappenglück, B. (2010). Relaciones VOC de fuente-receptor en Houston durante TexAQS-II. *Ambiente Atmosférico*, 44(33), 4056-4067. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.02.029>

¹⁹ Brown, S. G., Frankel, A., & Hafner, H. R. (2007). Distribución de fuentes de VOCs en el área de Los Ángeles usando la matriz de factorización positiva. *Ambiente Atmosférico*, 41(2), 227-237. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.08.021>

²⁰ Watson, J. G., Chow, J. C., & Fujita, E. M. (2001). Revisión de la distribución de fuentes de compuesto orgánico volátil por medio del balance de masa química. *Ambiente Atmosférico*, 35, 1557 - 1584. [https://doi.org/10.1016/s1352-2310\(00\)00461-1](https://doi.org/10.1016/s1352-2310(00)00461-1)

cuando el régimen de mezcla atmosférica cambia de las horas nocturnas a las horas diurnas o viceversa. Además, el Factor tuvo una correlación relativamente baja con el ambiente y los niveles CH₄ (RSQ~ 0.06 - 0.08), destacando la asociación débil del Factor con las operaciones de OyG.

Tabla C.5 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 2 de Fuente Móvil. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF. Conc.

($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Mobile Source Factor 2						
Species	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	1.04E-01	55.1	2.48E-01	82.5	1.89E-01	83.3
CO	6.42E+01	54.0	4.47E+01	28.2	4.05E+01	25.3
ethane	1.17E+00	12.4	0.00E+00	0.0	1.53E-02	0.1
propane	0.00E+00	0.0	5.13E-01	4.5	1.73E-01	1.6
isobutane	0.00E+00	0.0	1.39E-01	3.6	1.49E-02	0.4
n-butane	8.12E-02	1.7	1.04E-01	1.6	5.50E-02	0.9
Acetylene	-	-	0.00E+00	0.0	3.77E-02	12.7
cyclopentane	7.33E-02	13.0	2.37E-02	3.3	1.31E-02	1.9
2-methylbutane	2.18E-01	7.4	2.10E-01	6.1	6.05E-02	1.7
n-pentane	1.46E-01	7.0	5.46E-02	2.1	0.00E+00	0.0
2,2-dimethylbutane	3.62E-02	35.0	1.30E-02	8.0	1.52E-02	9.8
2,3-dimethylbutane	1.36E-01	38.5	3.65E-02	8.5	2.70E-02	6.7
2-methylpentane	7.23E-02	8.8	5.23E-02	4.6	2.95E-02	2.7
3-methylpentane	4.65E-02	17.9	1.46E-02	2.4	1.75E-02	1.9
Isoprene	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
methylcyclopentane	0.00E+00	0.0	1.81E-02	0.9	8.30E-03	0.5
n-hexane	0.00E+00	0.0	2.89E-02	2.3	3.06E-02	2.8
benzene	0.00E+00	0.0	3.96E-02	9.5	3.28E-02	6.4
cyclohexane	1.45E-02	2.6	1.91E-02	2.2	7.21E-03	0.9
2,4-dimethylpentane	8.97E-03	8.4	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
2,3-dimethylpentane	3.70E-02	15.2	2.70E-03	0.8	1.09E-02	3.4
2-methylhexane	3.50E-02	13.0	1.14E-02	3.2	1.45E-02	4.6
3-methylhexane	6.02E-02	16.5	2.78E-02	6.0	1.20E-02	2.7
methylcyclohexane	1.60E-02	1.6	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
n-heptane	6.52E-02	17.6	1.39E-02	2.9	9.86E-03	2.3
toluene	2.66E-02	7.8	1.02E-01	18.1	5.40E-02	9.0
2,2,4-trimethylpentane	2.01E-02	1.9	2.21E-02	1.4	0.00E+00	0.0
2,3,4-trimethylpentane	-	-	9.57E-03	11.4	4.88E-03	6.4
2-methylheptane	4.93E-04	0.3	2.21E-04	0.1	0.00E+00	0.0
3-methylheptane	9.05E-04	1.7	3.90E-03	4.4	0.00E+00	0.0
n-octane	6.27E-02	38.0	-	-	0.00E+00	0.0
ethylbenzene	8.45E-03	4.9	1.58E-02	5.2	1.55E-03	0.5
m/p-xylene	-	-	2.55E-02	8.3	0.00E+00	0.0
styrene	-	-	-	-	5.14E-03	4.6
o-xylene	0.00E+00	0.0	1.21E-02	7.6	0.00E+00	0.0
n-nonane	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
n-propylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
m-ethyltoluene	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
1,3,5-trimethylbenzene	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	1.34E-02	10.3	1.02E-02	4.9	1.33E-02	6.6
1,2,3-trimethylbenzene	9.65E-02	37.5	0.00E+00	0.0	1.02E-02	4.1
n-decane	9.67E-03	14.8	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	2.88E-02	7.4	-	-

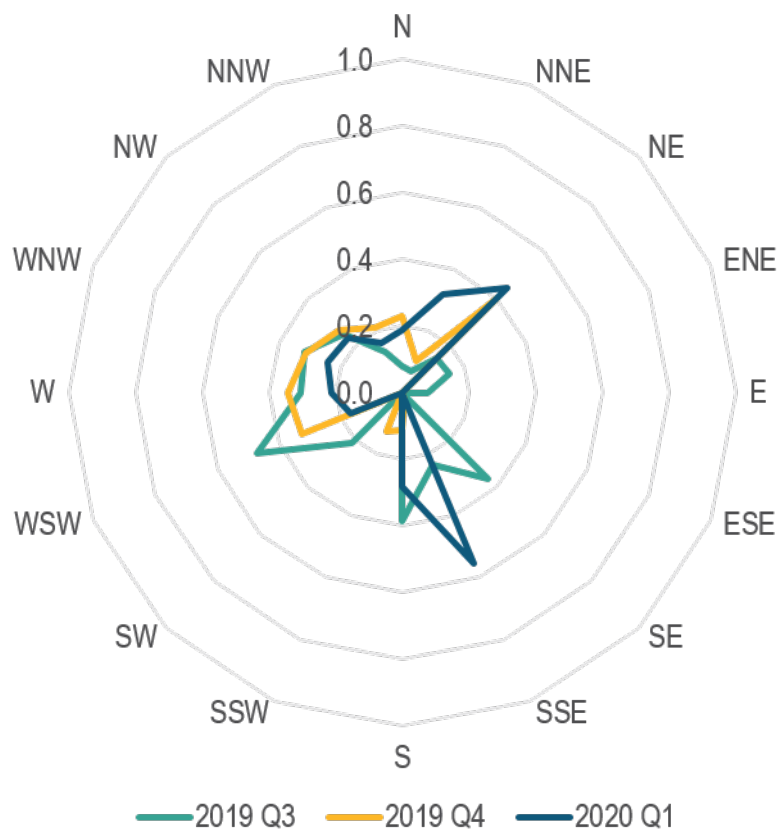


Figura C.19 CPF Trimestral para el Factor 2 de Fuentes Móviles. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor > percentil 75.

3. Factor 3 de Fuentes Móviles (nivel de confianza = alto)

El Factor 3 de Fuentes Móviles fue asignado con su categoría fuente basado en las contribuciones de CO y acetileno, con contribuciones menos prominentes de benceno, tolueno, m-di-etilbenceno, y alcanos livianos (e.g., etano, propano, n-butano)(véase el Anexo Tabla C.6). Estudios previos sugieren que el escape de los vehículos es la mayor fuente de CO y acetileno^{21,22} Este Factor no fue resuelto en 2019 Q3 parcialmente debido a la falta de acetileno el cual no pasó el proceso de QAQC. La comparación de los perfiles químicos del Factor entre 2019 Q4 y 2020 Q1 resultaron en $RSQ > 0,75$, demostrando que ambos trimestres de análisis de PMF produjeron resultados similares. Estas proporciones de etano a propano en este Factor son 1,71 y 1,43 para 2019 Q4 y 2020 Q1, respectivamente. Estos valores fueron similares a aquellos perfiles de las fuentes de OyG representadas en la base de datos SPECIATE (particularmente producción de OyG) sugiriendo que el factor pudiera contener influencia de residuos de operaciones OyG. Sin embargo, este Factor tiene correlaciones insignificantes con respecto a los niveles de CH_4 ($RSQ < 0,05$) y la probabilidad de que este Factor este asociado con las actividades de OyG en general son bajas.

El análisis de CPF también asoció las contribuciones elevadas de Factor con los vientos del noreste, sur, y norte, consistente con las ubicaciones de la SR-46 y las áreas residenciales de Lost Hills con respecto al sitio receptor. (Figura C.20). A pesar de que las emisiones evaporativas de productos residenciales del consumidor u otros químicos pudieran contribuir a este Factor de perfil químico, la presencia de CO argumenta que el principal impulsor de este Factor son los procesos de combustión. El perfil diurno de este Factor mostró una contribución más alta durante el día que la contribución nocturna, que probablemente resultara de la dirección norte dominante del viento combinada con las actividades de tráfico durante el día. El patrón diurno estaba en contraste con aquellos Factores asignados a operaciones OyG.

²¹ Brown, S. G., Frankel, A., & Hafner, H. R. (2007). Distribución de fuentes de VOCs en el área de Los Ángeles usando la matriz de factorización positiva. *Ambiente Atmosférico*, 41(2), 227-237.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.08.021>

²² Watson, J. G., Chow, J. C., & Fujita, E. M. (2001). Revisión de la distribución de fuentes de compuesto orgánico volátil por medio del balance de masa química. *Ambiente Atmosférico*, 35, 1557 - 1584.
[https://doi.org/10.1016/s1352-2310\(00\)00461-1](https://doi.org/10.1016/s1352-2310(00)00461-1)

Tabla C.6 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 3 de Fuente Móvil. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF. Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Species	Mobile Source Factor 3					
	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	-	-	0.00E+00	0.0	1.78E-02	7.8
CO	-	-	5.72E+01	36.0	9.09E+01	56.7
ethane	-	-	1.55E+00	9.4	3.91E-01	2.2
propane	-	-	1.06E+00	9.2	1.15E-01	1.1
isobutane	-	-	2.01E-01	5.2	0.00E+00	0.0
n-butane	-	-	4.95E-01	7.7	6.50E-02	1.1
acetylene	-	-	1.99E-01	87.9	1.84E-01	62.2
cyclopentane	-	-	2.91E-02	4.1	3.04E-02	4.3
2-methylbutane	-	-	1.18E-01	3.5	9.42E-02	2.7
n-pentane	-	-	1.27E-01	5.0	3.54E-02	1.3
2,2-dimethylbutane	-	-	1.63E-02	10.0	1.19E-02	7.7
2,3-dimethylbutane	-	-	7.21E-02	16.8	7.63E-02	19.0
2-methylpentane	-	-	6.59E-02	5.8	3.91E-02	3.6
3-methylpentane	-	-	5.00E-02	8.3	2.51E-02	2.8
Isoprene	-	-	-	-	-	-
methylcyclopentane	-	-	1.98E-02	1.0	7.27E-03	0.4
n-hexane	-	-	4.86E-02	3.9	0.00E+00	0.0
benzene	-	-	1.46E-01	35.0	2.56E-01	49.8
cyclohexane	-	-	1.82E-02	2.1	1.73E-02	2.1
2,4-dimethylpentane	-	-	0.00E+00	0.0	5.23E-03	5.0
2,3-dimethylpentane	-	-	0.00E+00	0.0	7.78E-03	2.4
2-methylhexane	-	-	7.14E-03	2.0	1.38E-02	4.4
3-methylhexane	-	-	2.44E-03	0.5	1.54E-02	3.5
methylcyclohexane	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
n-heptane	-	-	2.45E-02	5.1	2.74E-02	6.4
toluene	-	-	8.26E-02	14.6	1.35E-01	22.5
2,2,4-trimethylpentane	-	-	1.17E-02	0.8	2.67E-02	1.8
2,3,4-trimethylpentane	-	-	8.17E-03	9.8	2.03E-02	26.7
2-methylheptane	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
3-methylheptane	-	-	3.08E-03	3.4	4.59E-03	5.8
n-octane	-	-	-	-	3.06E-02	10.0
ethylbenzene	-	-	1.15E-04	0.0	0.00E+00	0.0
m/p-xylene	-	-	1.19E-02	3.9	1.04E-02	3.2
styrene	-	-	-	-	3.43E-03	3.1
o-xylene	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
n-nonane	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
n-propylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
m-ethyltoluene	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
1,3,5-trimethylbenzene	-	-	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	1.97E-03	1.0
1,2,3-trimethylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
n-decane	-	-	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	7.43E-02	19.0	-	-

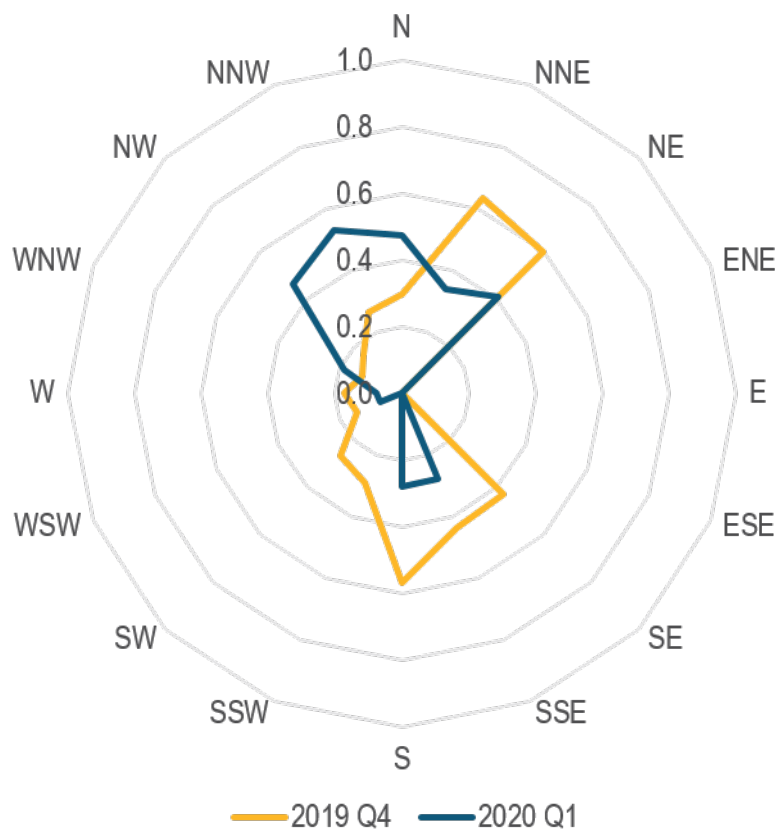


Figura C.20 CPF Trimestral para el Factor 3 de Fuentes Móviles. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor > percentil 75 .

4. Factor 4 de Fuentes Móviles (nivel de confianza = medio)

La Fuente Móvil del Factor 4 fue asignada a la categoría de fuente basándose en las contribuciones de CO, n-propilbenceno, y m-di-etilbenceno, con menor influencia de BC (véase el Anexo Tabla C.7). Este Factor fue resuelto solamente en 2019 Q4, potencialmente debido a la composición única de las especies VOC que pasaron los procesos de QAQC comparados a 2019 Q3 y 2020 Q1. Aproximadamente el 25% y el 10% de CO y BC resuelto fueron asociados con este Factor, respectivamente. Aunque este Factor no presentó los perfiles químicos más dominantes para las fuentes móviles, su asociación con ambos n-propilbenceno y m-di-etilbenceno sugiere que el Factor representa el sub-grupo de perfiles de emisiones que describen las actividades de las fuentes móviles.^{23,24} El Factor también incluyó influencias residuales de etano y propano que están comunmente asociadas con las fuentes relacionadas con el petróleo. Aunque ambos de estos compuestos pueden ser emitidos por las fuentes móviles, la proporción entre el etano y el propano para este Factor fue 3,94, lo cual sugiere que el aire medido pudo haber sido influenciado por el gas natural listo para la distribución o los productos del petróleo de una composición similar. Sin embargo, dada la baja correlación con los niveles de CH₄ del ambiente (RSQ = 0,004) y su contribución relativamente pequeña de alcanos ligeros, no es probable que las operaciones de OyG hayan sido las influencias dominantes en el perfil químico del Factor.

El análisis de CPF muestra que las contribuciones altas de Factor fueron generalmente asociadas con los vientos de norte- noroeste, consistente con la ubicación de la SR-46 y un grupo de áreas residenciales como el parque de remolques con respecto al sitio receptor (Figura C.21). El patrón diurno del Factor muestra contribuciones altas durante las horas del día, i.e. de 6 AM a 6 PM, indicando que el viento diurno del norte y la actividad del tráfico alta durante el día fueron probablemente las influencias de este Factor. Las operaciones de OyG son significativamente menos abundantes al norte de Lost Hills.

²³ Tsai, J. H., Chang, S. Y., & Chiang, H. L. (2012). Los compuestos orgánicos volátiles de los escapes de vehículos diesel de trabajo ligero. *Ambiente Atmosférico*, 61, 499-506.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.07.078>

²⁴ Dumanoglu, Y., Kara, M., Altioek, H., Odabasi, M., Elbir, T., & Bayram, A. (2014). Variaciones espaciales y estacionales y distribución de fuentes de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) en una región altamente industrializada. *Ambiente Atmosférico*, 98, 168 - 178.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.048>

Tabla C.7 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 4 de Fuente Móvil. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF. Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Species	Mobile Source Factor 4					
	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	-	-	2.81E-02	9.3	-	-
CO	-	-	4.06E+01	25.5	-	-
ethane	-	-	5.79E-01	3.5	-	-
propane	-	-	1.47E-01	1.3	-	-
isobutane	-	-	1.85E-02	0.5	-	-
n-butane	-	-	7.14E-02	1.1	-	-
Acetylene	-	-	3.94E-03	1.7	-	-
cyclopentane	-	-	1.37E-02	1.9	-	-
2-methylbutane	-	-	8.31E-02	2.4	-	-
n-pentane	-	-	6.26E-02	2.4	-	-
2,2-dimethylbutane	-	-	1.40E-02	8.6	-	-
2,3-dimethylbutane	-	-	2.16E-02	5.0	-	-
2-methylpentane	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
3-methylpentane	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
Isoprene	-	-	-	-	-	-
methylcyclopentane	-	-	2.19E-03	0.1	-	-
n-hexane	-	-	5.80E-02	4.6	-	-
benzene	-	-	5.22E-02	12.5	-	-
cyclohexane	-	-	3.59E-03	0.4	-	-
2,4-dimethylpentane	-	-	1.34E-02	10.1	-	-
2,3-dimethylpentane	-	-	1.41E-02	4.0	-	-
2-methylhexane	-	-	2.91E-02	8.3	-	-
3-methylhexane	-	-	3.17E-02	6.8	-	-
methylcyclohexane	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
n-heptane	-	-	3.76E-02	7.8	-	-
toluene	-	-	1.46E-02	2.6	-	-
2,2,4-trimethylpentane	-	-	2.29E-02	1.5	-	-
2,3,4-trimethylpentane	-	-	6.09E-03	7.3	-	-
2-methylheptane	-	-	6.68E-03	2.6	-	-
3-methylheptane	-	-	1.59E-03	1.8	-	-
n-octane	-	-	-	-	-	-
ethylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
m/p-xylene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
styrene	-	-	-	-	-	-
o-xylene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
n-nonane	-	-	1.70E-02	10.5	-	-
n-propylbenzene	-	-	2.21E-01	84.6	-	-
m-ethyltoluene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
1,3,5-trimethylbenzene	-	-	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	-	-	1.39E-03	0.7	-	-
1,2,3-trimethylbenzene	-	-	3.18E-02	9.0	-	-
n-decane	-	-	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	2.89E-01	73.7	-	-

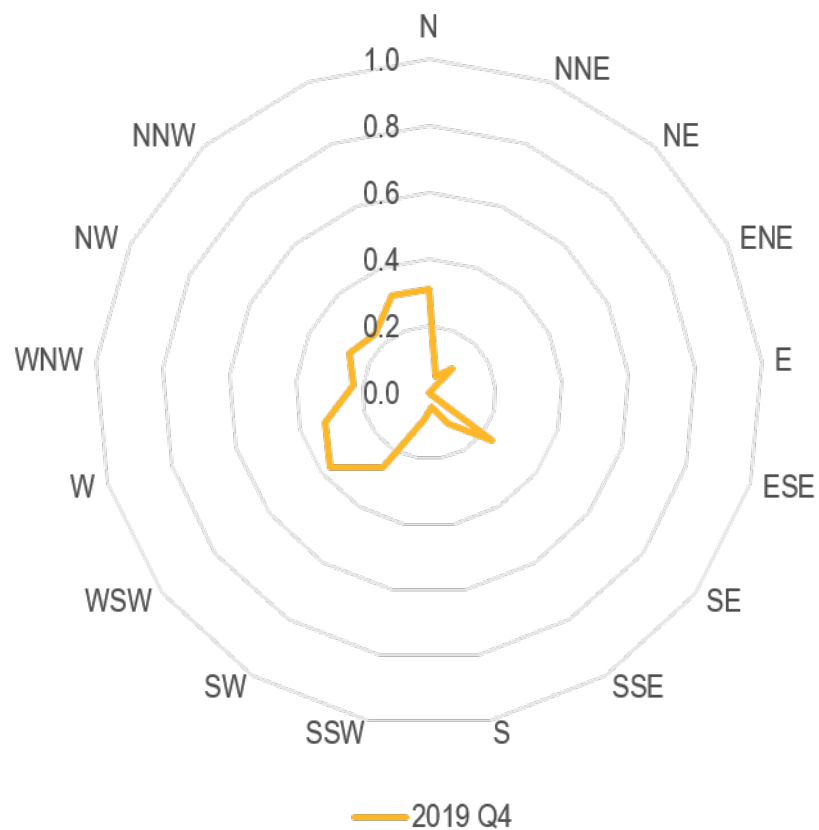


Figura C.21 CPF Trimestral para el Factor 4 de Fuentes Móviles. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor > percentil 75.

5. La Operación Factor 1 de OyG (nivel de confianza = alta)

La Operación OyG del Factor 1 fue asignada a la categoría fuente basándose en la abundancia de alcanos C3-C5 con contribuciones de masa relativamente altas de los isómeros de butano y pentano, y contribuciones con alto porcentaje notable de cicloalcanos, alquil cicloalcanos, y 2,2,4-tri-metilpentano (véase el Anexo Tabla 8). Los compuestos consistentemente contribuyeron a más del 30% de su masa total respectiva en cada cuarto, sin consideraciones de errores residuales en el análisis de PMF. Variaciones de este Factor estuvieron presentes en todos los resultados trimestrales de PMF con un promedio RSQ de $0,83 \pm 0,09$ entre cada uno de los perfiles de químicos resueltos. Esto demostró que estos Factores representan tipos de fuentes similares.

El análisis trimestral de PMF en Lost Hills resultó de un promedio i/n-butano en una proporción de $0,76 \pm 0,17$ en promedio de i/n-penteno con proporción de $1,49 \pm 0,24$. La comparación cruzada entre los perfiles químicos del Factor y SPECIATE determinó que la categoría correlacionada más alta era las operaciones petroquímicas con RSQ $>0,6$, i/n-butano en proporción de $0,84$, y i/n-pentano en proporción de $1,74$. Las proporciones i/n-pentano son típicamente mayores en las áreas influenciadas por las emisiones del escape de los vehículos en centros urbanos como Los Ángeles, CA experimentan i/n-penteno de $\sim 2,5$.²⁵ Ciclopentano, ciclohexano, metilciclopentano, y metilciclohexano son identificados en ambas emisiones de las maquinarias de combustión interna basadas en gasolina y evaporación de productos combustibles derivados del petróleo.^{26,27} 2,2,4-trimetilpentano por otra parte es típicamente asociado con la industria petroquímica particularmente cuando se están formulando los productos de combustión a base de petróleo para mejorar el rendimiento de las maquinarias de combustión interna. Ya que los PMF no distribuyen CO dentro de estos Factores, es menos probable que el Factor represente la quema de combustible. Estos factores también se correlacionaron bien con CH₄ (RSQ $> 0,25$; externo al modelaje de PMF) comparado con los Factores asignados a las fuentes móviles (RSQ $< 0,04$), sugiriendo que las emisiones fueron co-ubicadas con fuentes emisoras de CH₄ como las operaciones de OyG.

El análisis de CPF también asociaba contribuciones de Factor elevado con los vientos sur y oeste, consistente con la localización del yacimiento petrolífero de Lost Hills y la planta procesadora de gas (Planta Cahn 3; Chevron) relativa al sitio receptor (Figura C.22). Los patrones diurnos también demostraron que la influencia predominante de este Factor fue

²⁵ Rossabi, S., & Helmig, D. (2018). Cambios en los butanos atmosféricos y pentanos y sus proporciones isoméricas en Estados Unidos Continental. *Boletín de Investigación Geofísica: Atmósferas*, 123(7), 3772-3790. <https://doi.org/10.1002/2017JD027709>

²⁶ Schauer, J. J., Kleeman, M. J., Cass, G. R., & Simoneit, B. R. (2002). Las mediciones de las emisiones de fuentes de contaminantes del aire. 5. C1 - C32 compuestos orgánicos de vehículos alimentados por gasolina *Ciencia & tecnología Medioambiental*, 36(6), 1169 - 1180. <https://doi.org/10.1021/es0108077>

²⁷ Base de datos U.S. EPA SPECIATE. <https://www.epa.gov/air-emissions-modeling/speciate>

durante las horas de la tarde cuando el viento se deriva preferencialmente del oeste de Lost Hills.

Tabla C.8 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 1 de Operaciones OyG. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF.

Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

O&G Operation Factor 1						
Species	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	6.18E-04	0.3	6.37E-03	2.1	0.00E+00	0.0
CO	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
ethane	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
propane	0.00E+00	0.0	9.06E-01	7.9	1.08E+00	10.0
isobutane	1.03E+00	31.6	1.40E+00	36.0	1.08E+00	29.2
n-butane	1.51E+00	32.1	1.47E+00	22.7	1.65E+00	26.8
Acetylene	-	-	2.74E-04	0.1	0.00E+00	0.0
cyclopentane	3.07E-01	54.6	3.78E-01	52.8	3.59E-01	51.1
2-methylbutane	1.57E+00	53.1	1.20E+00	34.9	1.18E+00	33.2
n-pentane	1.15E+00	54.9	6.79E-01	26.5	8.79E-01	33.1
2,2-dimethylbutane	3.76E-02	36.4	3.11E-02	19.1	3.87E-02	25.0
2,3-dimethylbutane	9.55E-02	27.0	1.21E-01	28.1	1.05E-01	26.2
2-methylpentane	4.45E-01	54.1	2.70E-01	23.6	3.53E-01	32.5
3-methylpentane	1.42E-01	54.5	9.61E-02	15.9	2.39E-01	26.5
Isoprene	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
methylcyclopentane	7.26E-01	55.9	8.68E-01	44.8	6.57E-01	37.2
n-hexane	4.34E-01	51.3	2.08E-01	16.6	2.43E-01	22.2
benzene	3.19E-02	14.8	1.40E-02	3.3	4.46E-02	8.7
cyclohexane	2.54E-01	45.9	4.01E-01	45.2	2.56E-01	31.4
2,4-dimethylpentane	6.49E-02	60.4	5.15E-02	38.6	4.72E-02	45.5
2,3-dimethylpentane	8.67E-02	35.5	1.12E-01	32.0	7.36E-02	23.0
2-methylhexane	7.12E-02	26.4	4.31E-02	12.3	4.82E-02	15.3
3-methylhexane	9.82E-02	26.9	8.08E-02	17.4	8.57E-02	19.6
methylcyclohexane	3.75E-01	37.1	7.98E-01	49.4	5.30E-01	33.5
n-heptane	6.96E-02	18.8	0.00E+00	0.0	2.36E-02	5.5
toluene	2.83E-02	8.2	0.00E+00	0.0	5.85E-02	9.8
2,2,4-trimethylpentane	4.85E-01	46.3	7.46E-01	48.4	5.17E-01	35.1
2,3,4-trimethylpentane	-	-	1.22E-02	14.6	5.83E-04	0.8
2-methylheptane	2.66E-02	17.3	1.94E-02	7.5	0.00E+00	0.0
3-methylheptane	7.28E-03	13.5	2.30E-03	2.6	0.00E+00	0.0
n-octane	4.16E-03	2.5	-	-	1.40E-02	4.6
ethylbenzene	1.54E-02	8.9	9.85E-02	32.2	4.38E-02	14.9
m/p-xylene	-	-	1.43E-02	4.6	2.40E-02	7.4
styrene	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
o-xylene	3.35E-03	3.6	2.18E-02	13.8	1.38E-02	8.9
n-nonane	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
n-propylbenzene	-	-	1.32E-02	5.0	-	-
m-ethyltoluene	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
1,3,5-trimethylbenzene	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	0.00E+00	0.0	3.13E-02	15.0	1.88E-02	9.3
1,2,3-trimethylbenzene	1.41E-03	0.5	6.28E-02	17.8	0.00E+00	0.0
n-decane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-

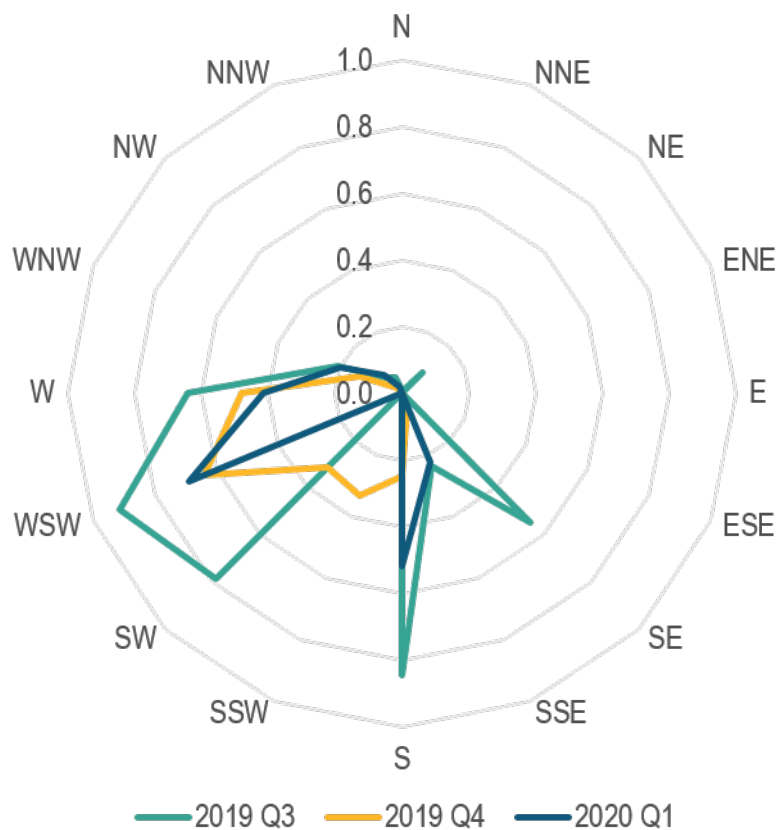


Figura C.22 CPF Trimestral para las Operaciones de OyG del Factor 1. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor >percentil 75.

6. La Operación Factor 2 de OyG (nivel de confianza = alta)

La Operación OyG del Factor 2 fue asignada a la categoría de fuente basándose en sus firmas dominantes de alcanos C2-C5, incluyendo etano, propano, isobutano, n.butano, isopentano, y n-pentano (véase Anexo Tabla C.9). Este Factor fue resuelto en los tres trimestres y resultó en $RSQ > 0,8$ entre cada uno de los perfiles químicos. Estudios previos sugieren que la producción de gas natural fue la mayor fuente de estos alcanos ligeros en el Aire de la Costa Sur de la Cuenca en California.^{28, 29} Análisis de correlación usando la base de datos de SPECIATE determinó que los perfiles de fuentes OyG describen el perfil químico del Factor con $RSQ > 0,7$. Las proporciones de i-butano a n-butano e i-pentano a n-pentano fue 0,5 -0,8 y 1,3 -1,8, respectivamente. Estos valores fueron consistentes con las proporciones de rangos respectivos en la base de datos de SPECIATE y la literatura. En particular, i/n-pentano fue significativamente menor que la relación de maquinaria de combustión interna, sugiriendo que el Factor no estaba asociado con la combustión de componentes de las actividades de OyG (e.g. combustión, emisiones fuera de la carretera durante las extracciones de gas y del petróleo), aún si influencias residuales pudieran existir. Esto fue posteriormente apoyado por la contribución insignificante de BC y CO. La proporción de propano a etano del factor fue 0,6 – 1,0, que estaba cerca de la proporción de la composición de gas natural pero sustancialmente mayor que la proporción (~0,2) de la calidad de del gasoducto natural en California.^{30,31} Esto sugirió que el Factor podría representar la contribución de productos de petróleo intermedios en adición al gas natural fugitivo listo para la distribución Sin embargo, el carácter específico de los tipos de fuentes dentro de la categoría de la fuente no fue determinada. La correlación de estos factores al CH₄ del ambiente resultó en R de ~0,4 – 0,5. Aunque los valores están bajos, las Rs estuvieron entre las más altas relativas a CH₄ externo en comparación entre todos los otros Factores. Esto dió confianza de que los Factores fueron asociados generalmente con operaciones de OyG que también emitían CH₄ dentro de la región.

²⁸ Peischl, J.; Ryerson, T. B.; Brioude, J.; Aikin, K. C.; Andrews, A. E.; Atlas, E.; Blake, D.; Daube, B. C.; Gouw, J. A. De; Dlugokencky, E.; et al. Cuantificando las fuentes de metano utilizando alcanos ligeros en las cuencas de Los Angeles, California. *J. Geophys. Res. Atmos.* 2013, 118, 4974–4990. <https://doi.org/10.1002/jgrd.50413>

²⁹ Warneke, C.; Gouw, J. A. De; Holloway, J. S.; Peischl, J.; Ryerson, T. B.; Atlas, E.; Blake, D.; Trainer, M.; Parrish, D. D. Tendencias Multianuales en compuestos orgánicos volátiles en Los Angeles, California: Cinco décadas de emisiones decrecientes. *J. Geophys. Res. Atmos.* 2012, 117 (x), 1–10. <https://doi.org/10.1029/2012JD017899>

³⁰ Kirchstetter, T. W.; Singer, B. C.; Harley, R. A.; Kendall, G. R. Impacto del Uso de la Gasolina Oxigenada en Emisiones de Vehículos de Trabajo Ligero. *Environ. Sci. Technol.* 1996, 30 (2), 661–670. <https://doi.org/10.1021/es9803714>

³¹ Faramawy, S.; Zaki, T.; Sakr, A. A. Origen del Gas Natural, Composición, y procesamiento: Una revisión. *J. Nat. Gas Sci. Eng.* 2016, 34, 34–54. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.06.030>

El análisis CPF muestra que las contribuciones altas de Factor fueron asociadas con los vientos sur y suroeste, consistente con las ubicaciones de las instalaciones de OyG con respecto al sitio receptor (Figura C.23). El perfil diurno del Factor mostró una contribución mucho menor en las horas diurnas que la contribución en las horas nocturnas, las cuales resultaban probablemente de la exacerbación de la mezcla atmosférica durante las horas diurnas y las direcciones cambiantes del viento. El patrón diurno estaba en contraste remarcado con aquellos Factores representando las fuentes móviles (**Error! Not a valid bookmark self-reference.**).

Tabla C.9 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 2 de Operaciones OyG. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF.

Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Species	O&G Operation Factor 2					
	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	3.57E-04	0.2	2.20E-03	0.7	0.00E+00	0.0
CO	7.64E-01	0.6	2.37E+00	1.5	0.00E+00	0.0
ethane	4.52E+00	48.0	1.03E+01	62.2	1.34E+01	76.2
propane	4.67E+00	63.8	7.17E+00	62.3	7.80E+00	72.6
isobutane	1.98E+00	60.5	1.98E+00	50.7	2.01E+00	54.3
n-butane	2.35E+00	50.1	3.92E+00	60.5	3.66E+00	59.3
Acetylene	-	-	0.00E+00	0.0	3.97E-03	1.3
cyclopentane	7.93E-02	14.1	2.03E-01	28.3	1.07E-01	15.2
2-methylbutane	6.80E-01	22.9	1.69E+00	49.4	1.62E+00	45.8
n-pentane	3.83E-01	18.2	1.15E+00	45.1	1.26E+00	47.4
2,2-dimethylbutane	6.09E-03	5.9	3.16E-02	19.4	3.48E-02	22.5
2,3-dimethylbutane	2.37E-02	6.7	8.71E-02	20.3	6.41E-02	15.9
2-methylpentane	6.81E-02	8.3	4.05E-01	35.5	3.55E-01	32.7
3-methylpentane	0.00E+00	0.0	1.50E-01	24.8	2.73E-01	30.3
Isoprene	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
methylcyclopentane	6.27E-02	4.8	2.85E-01	14.7	5.66E-02	3.2
n-hexane	3.30E-02	3.9	1.71E-01	13.7	1.86E-01	17.0
benzene	4.99E-03	2.3	3.35E-02	8.0	1.80E-02	3.5
cyclohexane	1.61E-02	2.9	1.02E-01	11.5	3.33E-02	4.1
2,4-dimethylpentane	0.00E+00	0.0	1.85E-02	13.9	4.37E-04	0.4
2,3-dimethylpentane	6.91E-04	0.3	2.62E-02	7.5	3.60E-03	1.1
2-methylhexane	0.00E+00	0.0	1.53E-02	4.4	1.61E-02	5.1
3-methylhexane	0.00E+00	0.0	2.63E-02	5.7	2.20E-02	5.0
methylcyclohexane	0.00E+00	0.0	1.44E-01	8.9	0.00E+00	0.0
n-heptane	1.78E-03	0.5	4.82E-02	10.1	4.98E-02	11.6
toluene	0.00E+00	0.0	2.65E-02	4.7	1.52E-02	2.5
2,2,4-trimethylpentane	5.58E-03	0.5	9.36E-02	6.1	0.00E+00	0.0
2,3,4-trimethylpentane	-	-	2.04E-03	2.4	0.00E+00	0.0
2-methylheptane	0.00E+00	0.0	5.39E-03	2.1	2.60E-03	1.2
3-methylheptane	0.00E+00	0.0	1.02E-03	1.1	1.73E-03	2.2
n-octane	0.00E+00	0.0	-	-	2.73E-02	9.0
ethylbenzene	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0	1.40E-03	0.5
m/p-xylene	-	-	8.95E-03	2.9	1.42E-02	4.3
styrene	-	-	-	-	6.90E-03	6.2
o-xylene	0.00E+00	0.0	2.86E-03	1.8	4.78E-03	3.1
n-nonane	-	-	0.00E+00	0.0	-	-
n-propylbenzene	-	-	1.32E-03	0.5	-	-
m-ethyltoluene	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
1,3,5-trimethylbenzene	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	7.13E-04	0.6	8.40E-03	4.0	9.54E-03	4.7
1,2,3-trimethylbenzene	5.31E-03	2.1	1.35E-02	3.8	0.00E+00	0.0
n-decane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-

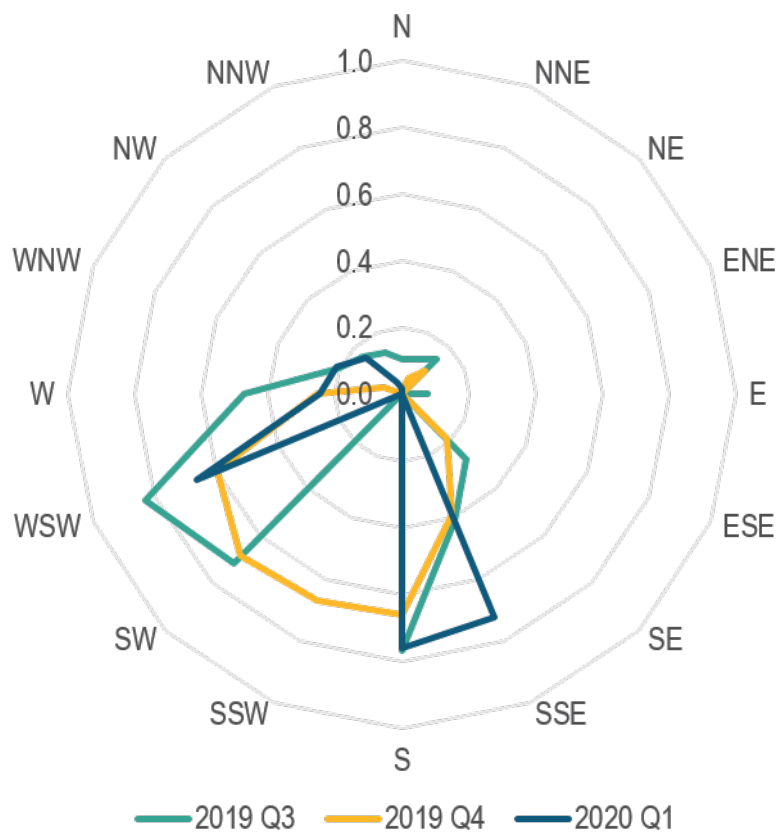


Figura C.23 CPF Trimestral para las Operaciones de OyG del Factor 2. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor >percentil 75.

7. La Operación Factor 3 de OyG (nivel de confianza = alta)

La Operación OyG del Factor 3 fue asignada a su categoría de fuente basándose en la fracción más alta y sustancial de Compuestos no-aromáticos de C6-C8 (~40%), tales como n-hexano, n-heptano, y 3-metilheptano (véase el Anexo Tabla C.10). El perfil químico del Factor tuvo una gran variabilidad estacional, con 2019 Q3 asociado estrechamente con contribuciones de etano y propano. Esta variabilidad resultó en RSQ ~0,55 entre los perfiles químicos de los tres trimestres. Análisis usando la base de datos de SPECIATE muestra que estos Factores correlacionaron con los perfiles de las fuentes de OyG (RSQ > 0,6), muchos de los cuales fueron categorizados bajo la producción de OyG - tanques de condensación. Medidas previas cerca de la superficie indicaron que las emisiones de los tanques de condensación son relativamente reducidas a hidrocarburos más pequeños,^{32,33} lo cual es consistente con los perfiles químicos teniendo una fracción más alta de alcanos pesados. Aunque la emisión de OyG actual pudo no haberse derivado de este tipo de fuente en específico, la similitud en el perfil químico sugiere que el Factor representaba las contribuciones de las operaciones OyG. El proporción del i-pentano a n-pentano (~0) y propano a butano (~3-3,5) estuvieron fuera de rango de las proporciones respectivas de las combustiones internas del motor. Además, el Factor tuvo una mínima contribución de BC y CO, excluyendo la posibilidad que este Factor representara una fuerte influencia en las fuentes de combustión interna.

El análisis CPF sugirió con alta probabilidad que el Factor representara fuentes al sur y al suroeste del sitio receptor (Figura C.24). Las infraestructuras de procesamiento de gas están localizadas dentro de una milla al suroeste del sitio receptor, lo cual podría estar contribuyendo a este Factor. El perfil diurno del Factor tiene un pico durante la noche y cae durante el día, consistente con otros Factores relacionados con OyG identificados en este estudio.

³² Warneke, C.; Geiger, F.; Edwards, P. M.; Dube, W.; Pétron, G.; Kofler, J.; Zahn, A.; Brown, S. S. Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles de la industria de petróleo y gas natural en la Cuenca Uintah, Utah: emisiones de OyG de los plataformas de los pozos comparadas con la composición del aire del ambiente. *Atmos. Chem. Phys.* 2014, 14, 10977–10988. <https://doi.org/10.5194/acp-14-10977-2014>

³³ Pétron, G.; Frost, G.; Miller, B. R.; Hirsch, A. I.; Montzka, S. A.; Karion, A.; Trainer, M.; Sweeney, C.; Andrews, A. E.; Miller, L.; et al. La caracterización de las emisiones de hidro-carburos en la Cordillera Frontal de Colorado: Un estudio piloto. *J. Geophys. Res.* 2012, 117, 1–19. <https://doi.org/10.1029/2011JD016360>

Tabla C.10 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 3 de Operaciones OyG. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF.

Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Species	O&G Operation Factor 3					
	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	0.00E+00	0.0	7.27E-03	2.4	6.20E-03	2.7
CO	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0	9.08E-01	0.6
ethane	3.43E+00	36.5	7.52E-01	4.5	1.61E+00	9.2
propane	2.58E+00	35.3	1.34E+00	11.7	1.01E+00	9.4
isobutane	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
n-butane	7.32E-01	15.6	3.93E-01	6.1	3.27E-01	5.3
Acetylene	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
cyclopentane	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
2-methylbutane	3.89E-01	13.1	0.00E+00	0.0	1.60E-01	4.5
n-pentane	3.88E-01	18.5	4.16E-01	16.3	2.34E-01	8.8
2,2-dimethylbutane	5.20E-03	5.0	7.41E-04	0.5	7.33E-03	4.7
2,3-dimethylbutane	1.55E-02	4.4	2.80E-03	0.7	8.76E-03	2.2
2-methylpentane	1.58E-01	19.2	2.58E-01	22.6	1.99E-01	18.3
3-methylpentane	5.89E-02	22.7	2.45E-01	40.5	2.40E-01	26.5
Isoprene	1.14E-03	0.4	-	-	-	-
methylcyclopentane	9.92E-02	7.6	5.62E-01	29.0	5.37E-01	30.3
n-hexane	2.17E-01	25.6	7.28E-01	58.3	5.35E-01	49.0
benzene	1.56E-02	7.3	5.75E-02	13.7	5.64E-02	10.9
cyclohexane	4.78E-02	8.6	2.43E-01	27.4	2.20E-01	27.0
2,4-dimethylpentane	9.58E-03	8.9	4.65E-02	34.9	6.13E-03	5.9
2,3-dimethylpentane	2.22E-02	9.1	6.74E-02	19.2	7.85E-02	24.5
2-methylhexane	6.56E-02	24.3	1.58E-01	45.0	1.39E-01	44.1
3-methylhexane	8.93E-02	24.4	2.05E-01	44.2	1.84E-01	42.1
methylcyclohexane	1.40E-01	13.8	4.23E-01	26.2	4.17E-01	26.4
n-heptane	1.62E-01	43.8	2.94E-01	61.3	2.76E-01	64.6
toluene	6.56E-02	19.1	1.34E-01	23.7	1.53E-01	25.6
2,2,4-trimethylpentane	6.38E-02	6.1	3.93E-01	25.5	3.22E-01	21.9
2,3,4-trimethylpentane	-	-	9.59E-03	11.4	1.15E-02	15.1
2-methylheptane	6.62E-02	43.1	1.70E-01	65.7	1.65E-01	73.6
3-methylheptane	2.00E-02	37.1	5.55E-02	62.0	4.76E-02	60.7
n-octane	2.29E-02	13.9	-	-	0.00E+00	0.0
ethylbenzene	0.00E+00	0.0	3.60E-02	11.8	1.67E-02	5.7
m/p-xylene	-	-	6.86E-02	22.3	3.50E-02	10.7
styrene	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
o-xylene	2.96E-03	3.2	2.28E-02	14.4	1.31E-02	8.5
n-nonane	-	-	6.66E-02	41.3	-	-
n-propylbenzene	-	-	9.82E-03	3.8	-	-
m-ethyltoluene	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
1,3,5-trimethylbenzene	1.99E-03	5.1	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	2.59E-03	2.0	1.01E-02	4.8	1.47E-02	7.3
1,2,3-trimethylbenzene	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0	4.91E-03	2.0
n-decane	2.79E-03	4.3	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-

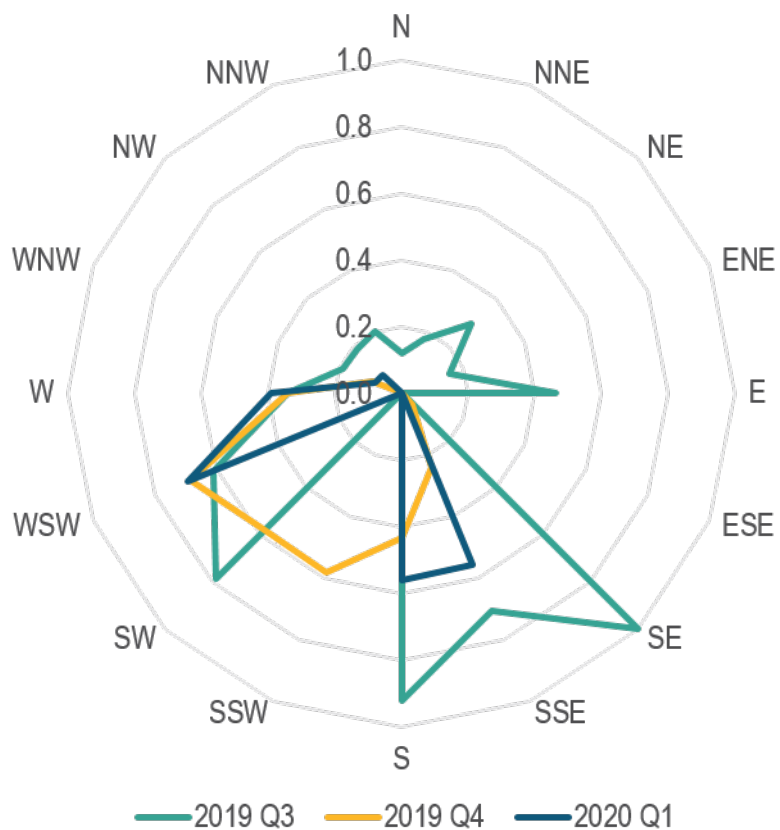


Figura C.24 CPF Trimestral para las Operaciones de OyG del Factor 3. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor >percentil 75.

8. La Operación Factor 4 de OyG (nivel de confianza = media)

La Operación de OyG del Factor 4 le fue asignada una categoría de fuente basándose en C2-C9 alcanos rectos, alcanos ramificados, y cicloalcanos junto con m-etiltolueno y 1,2,3-trimetilbenceno (véase el Anexo Tabla C.11). La mayoría de m-etiltolueno y ~40% de 1,2,3-trimetilbenceno fueron asociados con este Factor. El Factor fue resuelto en 2019 Q4 y 2020 Q1 con perfiles químicos que correlacionaban fuertemente ($RSQ = 0,71$). El Factor era similar a los perfiles químicos de gas natural/ petróleo crudo determinados por Leuchner & Rappenglück³⁴ y correlacionaban bien con la base de datos de SPECIATE, particularmente con firmas químicas de la producción de petróleo y gas natural ($RSQ > 0,57$). El Factor también incluyó 2 - 3% del total de CO y BC, sugiriendo que las fuentes móviles pudieron tener influencias residuales en este Factor. Los Factores tuvieron una correlación moderada con los niveles ambientales de CH₄ del ambiente ($RSQ \sim 0,13 - 0,16$), que fueron relativamente altos comparados a otros Factores que no fueron asignados a las operaciones OyG.

El análisis de CPF mostró que las altas contribuciones de Factor estaban asociadas con los vientos del oeste y suroeste, consistente con la ubicación de las instalaciones de OyG con respecto al sitio receptor (Figura C.25). El patrón diurno del Factor mostró una contribución diurna mucho menor que la contribución nocturna, la cual probablemente resultó de la combinación de la exacerbación en la dilución atmosférica durante el día y la dirección del viento que se derivaba preferencialmente del oeste durante la noche. El patrón diurno estaba en contraste remarcado con aquellos Factores representando las fuentes móviles.

³⁴ Leuchner, M., & Rappenglück, B. (2010). Relaciones VOC de fuente-receptor en Houston durante TexAQS-II. *Ambiente Atmosférico*, 44(33), 4056-4067. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.02.029>

Tabla C.11 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 4 de Operaciones OyG. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF.

Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Species	O&G Operation Factor 4					
	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	-	-	8.78E-03	2.9	7.42E-03	3.3
CO	-	-	3.77E+00	2.4	2.46E+00	1.5
ethane	-	-	2.76E+00	16.7	8.89E-02	0.5
propane	-	-	3.65E-01	3.2	4.00E-01	3.7
isobutane	-	-	1.54E-01	4.0	2.77E-01	7.5
n-butane	-	-	2.38E-02	0.4	3.41E-01	5.5
Acetylene	-	-	2.32E-02	10.3	3.28E-04	0.1
cyclopentane	-	-	3.32E-02	4.6	0.00E+00	0.0
2-methylbutane	-	-	0.00E+00	0.0	1.52E-01	4.3
n-pentane	-	-	2.03E-02	0.8	1.66E-01	6.2
2,2-dimethylbutane	-	-	1.48E-02	9.1	2.98E-03	1.9
2,3-dimethylbutane	-	-	3.45E-02	8.0	4.64E-03	1.2
2-methylpentane	-	-	8.10E-03	0.7	0.00E+00	0.0
3-methylpentane	-	-	2.83E-02	4.7	0.00E+00	0.0
Isoprene	-	-	-	-	-	-
methylcyclopentane	-	-	1.70E-01	8.8	1.70E-01	9.6
n-hexane	-	-	0.00E+00	0.0	0.00E+00	0.0
benzene	-	-	0.00E+00	0.0	5.99E-03	1.2
cyclohexane	-	-	8.91E-02	10.1	8.00E-02	9.8
2,4-dimethylpentane	-	-	3.51E-03	2.6	4.48E-02	43.2
2,3-dimethylpentane	-	-	5.79E-02	16.5	3.89E-02	12.2
2-methylhexane	-	-	2.72E-02	7.8	2.33E-02	7.4
3-methylhexane	-	-	3.58E-02	7.7	2.91E-02	6.6
methylcyclohexane	-	-	2.19E-01	13.5	2.32E-01	14.7
n-heptane	-	-	1.22E-02	2.5	2.40E-02	5.6
toluene	-	-	5.57E-03	1.0	0.00E+00	0.0
2,2,4-trimethylpentane	-	-	1.80E-01	11.7	1.46E-01	9.9
2,3,4-trimethylpentane	-	-	1.42E-02	17.0	1.57E-02	20.6
2-methylheptane	-	-	3.64E-02	14.0	5.27E-02	23.6
3-methylheptane	-	-	7.39E-03	8.3	1.43E-02	18.2
n-octane	-	-	-	-	2.40E-02	7.9
ethylbenzene	-	-	7.45E-02	24.3	2.98E-02	10.1
m/p-xylene	-	-	3.76E-02	12.2	2.31E-02	7.1
styrene	-	-	-	-	3.70E-02	33.5
o-xylene	-	-	3.30E-02	20.8	1.54E-02	9.9
n-nonane	-	-	3.32E-02	20.6	-	-
n-propylbenzene	-	-	1.01E-02	3.9	-	-
m-ethyltoluene	-	-	1.27E-01	100.0	1.20E-01	88.1
1,3,5-trimethylbenzene	-	-	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	-	-	5.14E-02	24.7	1.99E-02	9.8
1,2,3-trimethylbenzene	-	-	1.28E-01	36.4	8.86E-02	35.6
n-decane	-	-	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	0.00E+00	0.0	-	-

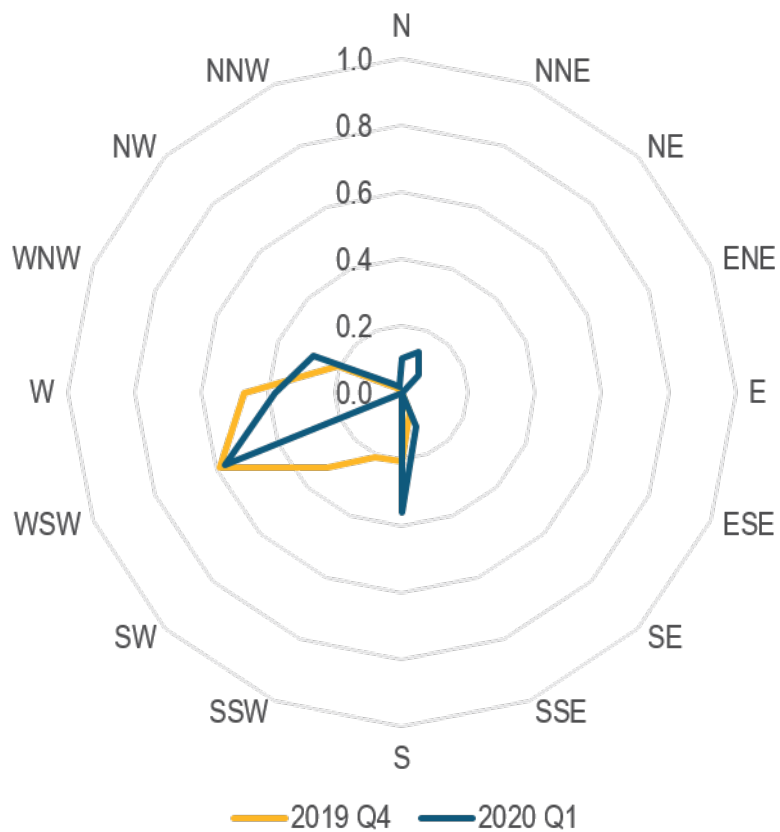


Figura C.25 CPF Trimestral para las Operaciones de OyG del Factor 4. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor >percentil 75.

9. La Operación Factor 5 de OyG (nivel de confianza = media)

Operaciones de OyG del Factor 5 fueron asignadas a su categoría de fuente basándose en compuestos C8-C10 (etilbenceno, o-xileno, isómeros de trimetilbenceno, y n-decano) que representan la mitad del total de masa, respectivamente (véase Anexo Tabla C.12). Este Factor fue resuelto solamente en 2019 Q3. Estos compuestos existen en ambos el crudo y las emisiones vehiculares^{35,36} aunque el análisis de correlación usando la base de datos de SPECIATE muestre que el perfil del Factor estaba altamente correlacionado a los perfiles de las fuentes de OyG ($RSQ > 0,5$), muchos de los cuales son identificadas como pozos de OyG. Aunque la emisión de OyG actual pudo no haberse derivado de este tipo de fuente en específico, la similitud en el perfil químico sugiere que el Factor representaba las contribuciones de las operaciones OyG. El Factor tuvo una contribución insignificante de BC y CO, haciendo este Factor de menor asociación con emisiones de fuentes móviles (particularmente de combustión).

El análisis de CPF sugerido con alta probabilidad de que el Factor representaba la masa de aire que derivaba del sur y suroeste del sitio receptor, consistente con la ubicación de la infraestructura de OyG en el yacimiento petrolífero de Lost Hills (Figura C.26). El patrón diurno del Factor tuvo un pico durante la noche y cayó durante el día, es consistente con otros Factores asignados a las operaciones de OyG.

³⁵ Fraser, M. P., Cass, G. R., and Simoneit, B. R. T. Gas-Fase y Compuestos Orgánicos Emitidos Partícula Fase del Tráfico de Vehículos de Motor en Los Angeles Roadway Tunnel. *Environ. Sci. Technol.* **1998**, 32, 2051–2060. <https://doi.org/10.1021/es970916e>

³⁶ D'Auria, M.; Emanuele, L.; Racioppi, R.; Velluzzi, V. Degradación Fotoquímica del crudo: Comparación entre la irradiación directa, fotocátalisis, y fotocátalisis en zeolita. *J. Hazard. Mater.* **2009**, 164, 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.07.111>

Tabla C.12 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 5 de Operaciones OyG. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF.

Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

O&G Operation Factor 5						
Species	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
CO	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
ethane	2.10E-01	2.2	-	-	-	-
propane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
isobutane	1.70E-01	5.2	-	-	-	-
n-butane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
Acetylene	-	-	-	-	-	-
cyclopentane	9.80E-02	17.4	-	-	-	-
2-methylbutane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
n-pentane	1.37E-02	0.7	-	-	-	-
2,2-dimethylbutane	1.07E-02	10.3	-	-	-	-
2,3-dimethylbutane	2.70E-02	7.7	-	-	-	-
2-methylpentane	4.65E-02	5.7	-	-	-	-
3-methylpentane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
Isoprene	1.32E-03	0.5	-	-	-	-
methylcyclopentane	3.76E-01	28.9	-	-	-	-
n-hexane	1.27E-01	15.0	-	-	-	-
benzene	3.03E-02	14.1	-	-	-	-
cyclohexane	1.93E-01	34.8	-	-	-	-
2,4-dimethylpentane	1.91E-02	17.8	-	-	-	-
2,3-dimethylpentane	8.59E-02	35.2	-	-	-	-
2-methylhexane	7.33E-02	27.2	-	-	-	-
3-methylhexane	8.21E-02	22.5	-	-	-	-
methylcyclohexane	4.71E-01	46.6	-	-	-	-
n-heptane	5.89E-02	15.9	-	-	-	-
toluene	7.92E-02	23.0	-	-	-	-
2,2,4-trimethylpentane	4.16E-01	39.6	-	-	-	-
2,3,4-trimethylpentane	-	-	-	-	-	-
2-methylheptane	5.59E-02	36.3	-	-	-	-
3-methylheptane	1.53E-02	28.5	-	-	-	-
n-octane	5.76E-02	34.9	-	-	-	-
ethylbenzene	1.20E-01	69.0	-	-	-	-
m/p-xylene	-	-	-	-	-	-
styrene	-	-	-	-	-	-
o-xylene	5.45E-02	58.5	-	-	-	-
n-nonane	-	-	-	-	-	-
n-propylbenzene	-	-	-	-	-	-
m-ethyltoluene	-	-	-	-	-	-
1,3,5-trimethylbenzene	2.20E-02	56.3	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	6.99E-02	53.9	-	-	-	-
1,2,3-trimethylbenzene	1.16E-01	45.0	-	-	-	-
n-decane	3.34E-02	51.0	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	-	-	-	-

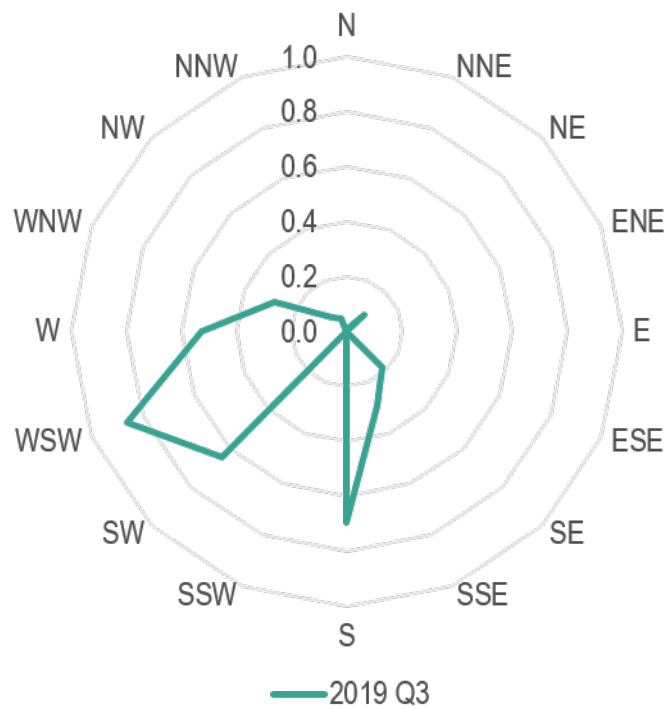


Figura C.26 CPF Trimestral para las Operaciones de OyG del Factor 5. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor >percentil 75.

10. La Operación Factor 6 de OyG (nivel de confianza = baja)

El Factor 6 de Operación OyG fue asignado a su categoría de fuente basado en las contribuciones de más de 40% del total n-octano, etilbenceno, estireno, y 1,2,3-trimetilbenceno medido durante el estudio, con influencias relativamente menores de CO, 2,2(3)- dimetilbutano, y alcanos cíclicos (véase Anexo Tabla C.13). Este Factor fue resuelto solamente en 2021 Q1 pero reflejó un sub componente de Fuentes de perfil químico de Factor 2 para 2019 Q3. En particular, la semejanza fue con las contribuciones de n-octano, 2,2(3)-dimetilbutano 1,2,3(4)-trimetilbenceno, y una falta de benceno dominante y firmas de Tolueno. A diferencia de la Fuente Móvil Factor 2, este Factor incluía etilbenceno y estireno como los contribuyentes más prominentes mientras que tenía contribuciones residuales de CO y BC. Estireno es un químico ampliamente utilizado de forma industrial que es producido por la deshidrogenación de etilbenceno.³⁷ Aunque la mayoría de estos químicos son emitidos por fuentes móviles y son utilizados como marcadores de las emisiones de escape, la combinación de n-octano y estireno también sugiere que el Factor fue altamente influenciado por los productos de combustión basados en el petróleo y procesos industriales.^{38,39,40} Correlación con la base de datos SPECIATE sugiere que el Factor tenía semejanza con los perfiles químicos de producción OyG (RSQ > 0,8). Basados en la menor contribución de CO, BC, y acetileno en este Factor, es plausible que las fuentes móviles u otras fuentes de combustión hayan influenciado en los resultados. Ya que este Factor se reporta bajo la categoría de OyG, tales condiciones deben ser utilizadas en las siguientes discusiones.

El análisis CPF mostró que las altas contribuciones de Factor estaban asociadas con los vientos del oeste, consistente con la ubicación del yacimiento petrolífero de Lost Hills con respecto al sitio receptor (Figura C.27). El patrón diurno del Factor tubo un pico durante la noche y descendiendo durante el día, es consistente con otros Factores asignados con las operaciones de OyG.

³⁷ Tang, W.; Hemm, I.; Eisenbrand, G. Estimación de la exposición humana al estireno y etilbenceno. *Toxicología* **2000**, *144*, 39–50. [https://doi.org/10.1016/S0300-483X\(99\)00188-2](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(99)00188-2)

³⁸ Brown, S. G., Frankel, A., & Hafner, H. R. (2007). Distribución de fuentes de VOCs en el área de Los Ángeles usando la matriz de factorización positiva. *Ambiente Atmosférico*, *41* (2), 227 - 237. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.08.021>

³⁹ Guha, A., Gentner, D. R., Weber, R. J., Provencal, R., & Goldstein, A. H. (2015). La Distribución de fuentes de metano y de óxido nitroso en el Valle de San Joaquín en California en CalNex 2010 vía la utilización de la matriz de factorización positiva. *Química y Física Atmosférica*, *15* (20), 12043 -12063. <https://doi.org/10.5194/acp-15-12043-2015>

⁴⁰ Leuchner, M., & Rappenglück, B. (2010). Relaciones VOC de fuente-receptor en Houston durante TexAQS-II. *Ambiente Atmosférico*, *44*(33), 4056-4067. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.02.029>

Tabla C.13 PMF Trimestral de perfiles químicos para el Factor 6 de Operaciones OyG. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF.

Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Species	O&G Operation Factor 6					
	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	-	-	-	-	6.35E-03	2.8
CO	-	-	-	-	1.32E+01	8.2
ethane	-	-	-	-	2.09E+00	11.9
propane	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
isobutane	-	-	-	-	3.05E-01	8.2
n-butane	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
Acetylene	-	-	-	-	3.47E-02	11.7
cyclopentane	-	-	-	-	1.70E-01	24.2
2-methylbutane	-	-	-	-	1.77E-01	5.0
n-pentane	-	-	-	-	8.24E-02	3.1
2,2-dimethylbutane	-	-	-	-	3.21E-02	20.7
2,3-dimethylbutane	-	-	-	-	8.45E-02	21.0
2-methylpentane	-	-	-	-	6.69E-02	6.2
3-methylpentane	-	-	-	-	8.02E-02	8.9
Isoprene	-	-	-	-	-	-
methylcyclopentane	-	-	-	-	3.14E-01	17.8
n-hexane	-	-	-	-	7.89E-02	7.2
benzene	-	-	-	-	2.52E-02	4.9
cyclohexane	-	-	-	-	1.98E-01	24.2
2,4-dimethylpentane	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
2,3-dimethylpentane	-	-	-	-	9.36E-02	29.3
2-methylhexane	-	-	-	-	3.54E-02	11.2
3-methylhexane	-	-	-	-	6.18E-02	14.1
methylcyclohexane	-	-	-	-	4.02E-01	25.4
n-heptane	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
toluene	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
2,2,4-trimethylpentane	-	-	-	-	4.18E-01	28.4
2,3,4-trimethylpentane	-	-	-	-	1.19E-02	15.6
2-methylheptane	-	-	-	-	3.79E-03	1.7
3-methylheptane	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
n-octane	-	-	-	-	2.09E-01	68.5
ethylbenzene	-	-	-	-	1.22E-01	41.3
m/p-xylene	-	-	-	-	3.09E-02	9.5
styrene	-	-	-	-	5.80E-02	52.5
o-xylene	-	-	-	-	3.12E-02	20.2
n-nonane	-	-	-	-	-	-
n-propylbenzene	-	-	-	-	-	-
m-ethyltoluene	-	-	-	-	0.00E+00	0.0
1,3,5-trimethylbenzene	-	-	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	-	-	-	-	5.56E-02	27.5
1,2,3-trimethylbenzene	-	-	-	-	1.14E-01	46.0
n-decane	-	-	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	-	-	-	-

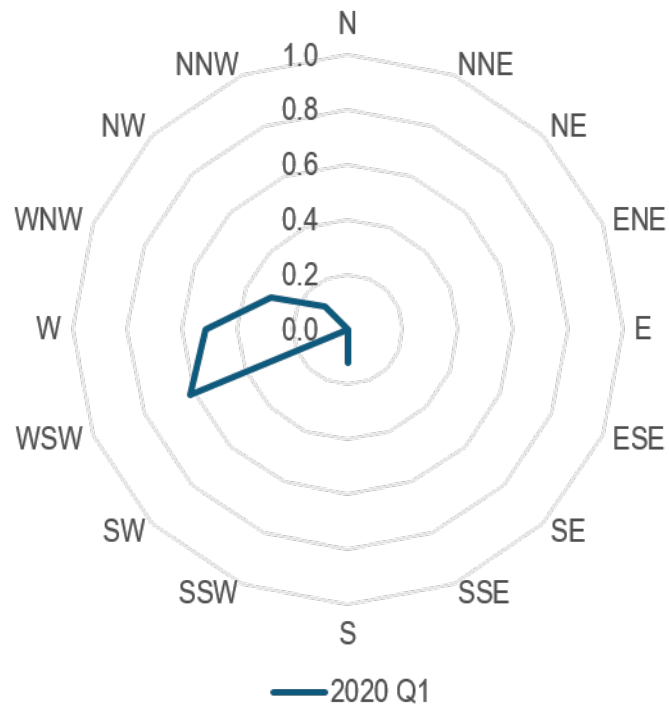


Figura C.27 CPF Trimestral para las Operaciones de OyG del Factor 6. Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor >percentil 75.

11. Factor 1 Biogénico (nivel de confianza = medio)

Factor 1 Biogénico fue asignado a su categoría de fuente basandose en la firma de isopreno que dominaba la concentración de hidro-carbono en el Factor del perfil químico (96% del total medido de isopreno)(véase el Anexo Tabla C.14). El isopreno es típicamente utilizado como marcador de las emisiones biogénicas.^{41,42} El Factor fue resuelto solamente en 2019 Q3, cuando las condiciones del verano exacerbaban las emisiones biogénicas. Es posible que el Factor representado por una mezcla de emisiones biogénicas, emisiones de fuentes móviles, y emisiones de la quema de biomasa basados en la distribución de 6% y 13% del total medido de BC y CO, respetivamente.

El análisis de CPF mostró que las contribuciones de Factor fueron asociadas con los vientos del oeste, sugiriendo que el Factor pudiera representar emisiones de las selvas en la costa oeste que están mezcladas con las fuentes de emisiones de contaminantes del aire locales y regionales durante el transporte. (Figura C.28). El perfil diurno de este Factor mostró una menor contribución relativa durante las horas del día comparados con las horas nocturnas, lo cual muy probablemente era causado con la mezcla atmosférica profunda durante las horas de luz solar y el tiempo de desface durante el transporte atmosférico.

⁴¹ Harley, P. C.; Lerdau, M. T. Aspectos Ecológicos y evolutivos de la emisión de isopreno de las plantas. *Oecología* 1999, 118, 109–123. <https://doi.org/10.1007/s004420050709>

⁴² Guenther, A. B.; Jiang, X.; Heald, C. L.; Sakulyanontvittaya, T.; Duhl, T.; Emmons, L. K.; Wang, X. Desarrollo de Modelos El Modelo de Emisiones de Gases y Aerosoles de la Naturaleza versión 2. 1 (MEGAN12. 1): Un marco extendido y actualizado para modelar emisiones biogénicas. *Geosci. Modelo D* 2012, 5, 1471–1492. <https://doi.org/10.5194/gmd-5-1471-2012>

Tabla C.14 Perfiles químicos de PMF trimestrales por Factor 1 Biogénico. Las cajas de color gris indican los compuestos químicos que no son el resultado del análisis PMF. Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$) se refiere a la concentración de especies y % se refiere al porcentaje de especies distribuidas a los respectivos Factores en cada uno de los análisis trimestrales PMF.

Species	Biogenic Factor 1					
	2019 Q3		2019 Q4		2020 Q1	
	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%	Conc. ($\mu\text{g m}^{-3}$)	%
BC	1.22E-02	6.5	-	-	-	-
CO	1.52E+01	12.8	-	-	-	-
ethane	5.59E-02	0.6	-	-	-	-
propane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
isobutane	2.37E-02	0.7	-	-	-	-
n-butane	2.66E-02	0.6	-	-	-	-
Acetylene	-	-	-	-	-	-
cyclopentane	5.32E-03	0.9	-	-	-	-
2-methylbutane	2.20E-02	0.7	-	-	-	-
n-pentane	1.59E-02	0.8	-	-	-	-
2,2-dimethylbutane	6.92E-04	0.7	-	-	-	-
2,3-dimethylbutane	1.73E-02	4.9	-	-	-	-
2-methylpentane	6.20E-03	0.8	-	-	-	-
3-methylpentane	3.82E-03	1.5	-	-	-	-
Isoprene	2.76E-01	96.3	-	-	-	-
methylcyclopentane	7.68E-03	0.6	-	-	-	-
n-hexane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
benzene	5.92E-03	2.8	-	-	-	-
cyclohexane	4.50E-03	0.8	-	-	-	-
2,4-dimethylpentane	2.48E-03	2.3	-	-	-	-
2,3-dimethylpentane	3.69E-04	0.2	-	-	-	-
2-methylhexane	1.28E-03	0.5	-	-	-	-
3-methylhexane	5.27E-03	1.4	-	-	-	-
methylcyclohexane	8.91E-03	0.9	-	-	-	-
n-heptane	8.33E-03	2.3	-	-	-	-
toluene	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
2,2,4-trimethylpentane	1.09E-02	1.0	-	-	-	-
2,3,4-trimethylpentane	-	-	-	-	-	-
2-methylheptane	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
3-methylheptane	1.68E-03	3.1	-	-	-	-
n-octane	9.80E-03	5.9	-	-	-	-
ethylbenzene	8.66E-04	0.5	-	-	-	-
m/p-xylene	-	-	-	-	-	-
styrene	-	-	-	-	-	-
o-xylene	0.00E+00	0.0	-	-	-	-
n-nonane	-	-	-	-	-	-
n-propylbenzene	-	-	-	-	-	-
m-ethyltoluene	-	-	-	-	-	-
1,3,5-trimethylbenzene	1.02E-03	2.6	-	-	-	-
1,2,4-trimethylbenzene	3.32E-03	2.6	-	-	-	-
1,2,3-trimethylbenzene	1.11E-02	4.3	-	-	-	-
n-decane	2.00E-03	3.1	-	-	-	-
m-diethylbenzene	-	-	-	-	-	-

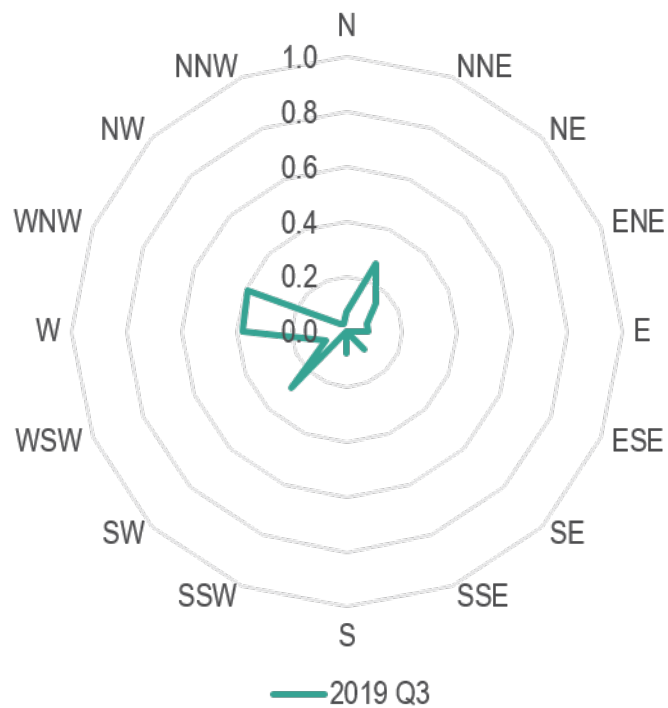


Figura C.28 CPF Trimestral para el Factor 1 Biogénico Las direcciones del viento fueron asociadas con contribuciones de Factor >percentil 75.

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

D.Comparaciones Adicionales a perforación de pozos, Estimulación, y Eventos de Reacondicionamiento

Más allá de la información presentada en la Sección 3.5, el personal siguió comparando los datos de SNAPS a la perforación de pozos, estimulación, y eventos de reacondicionamiento en un esfuerzo de determinar si había una asociación directa entre el número de eventos, el carácter estacional, tipo de evento, y las concentraciones de contaminantes medidas en Lost Hills (Figuras D.1-D.4).

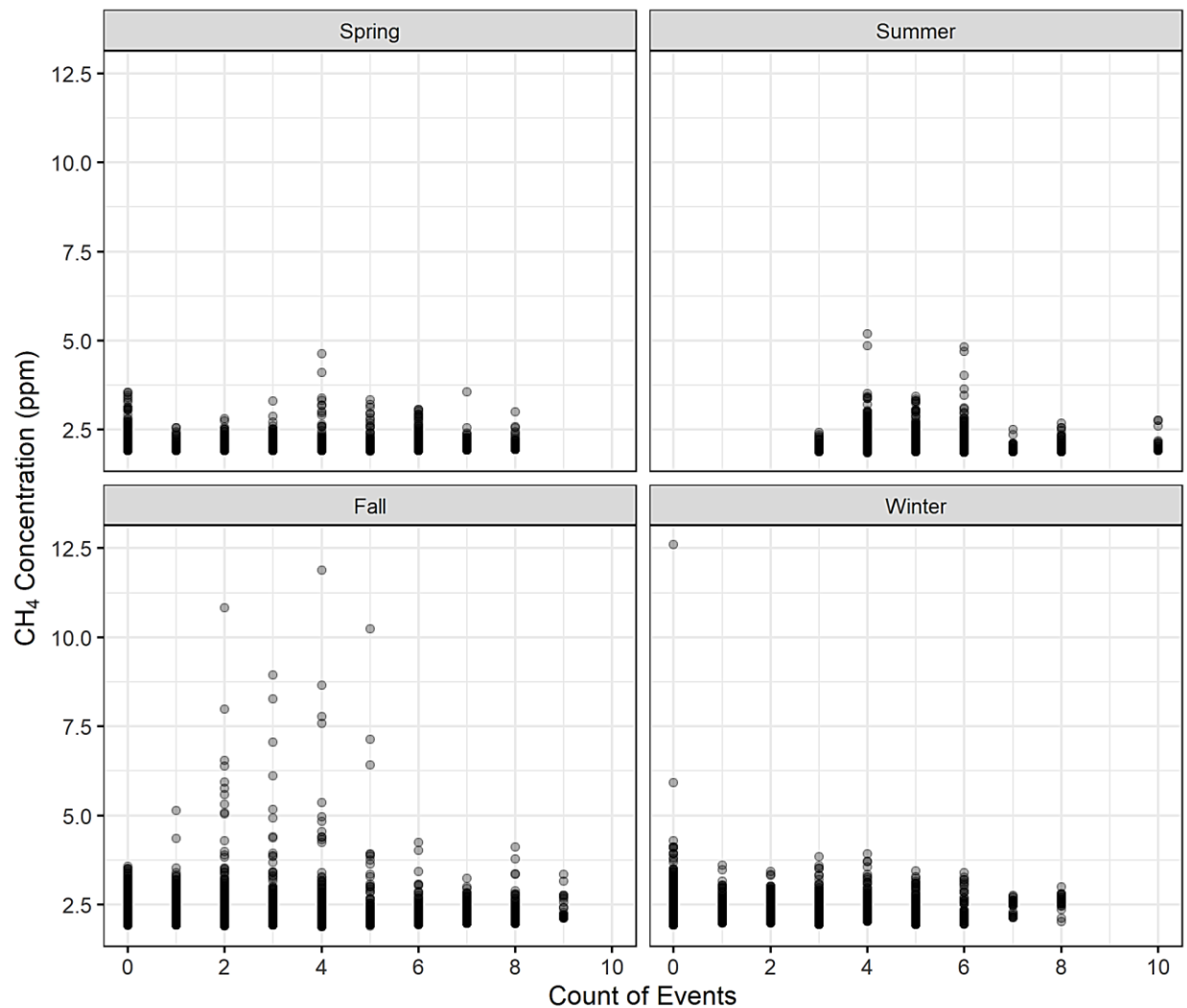
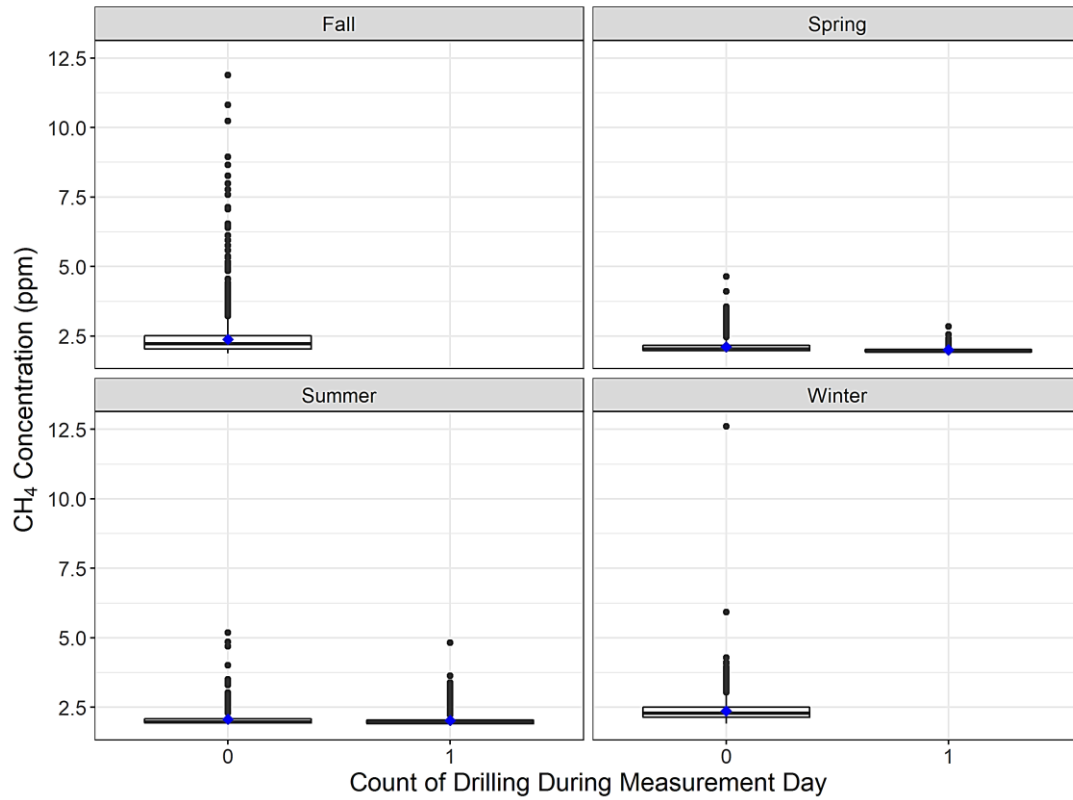
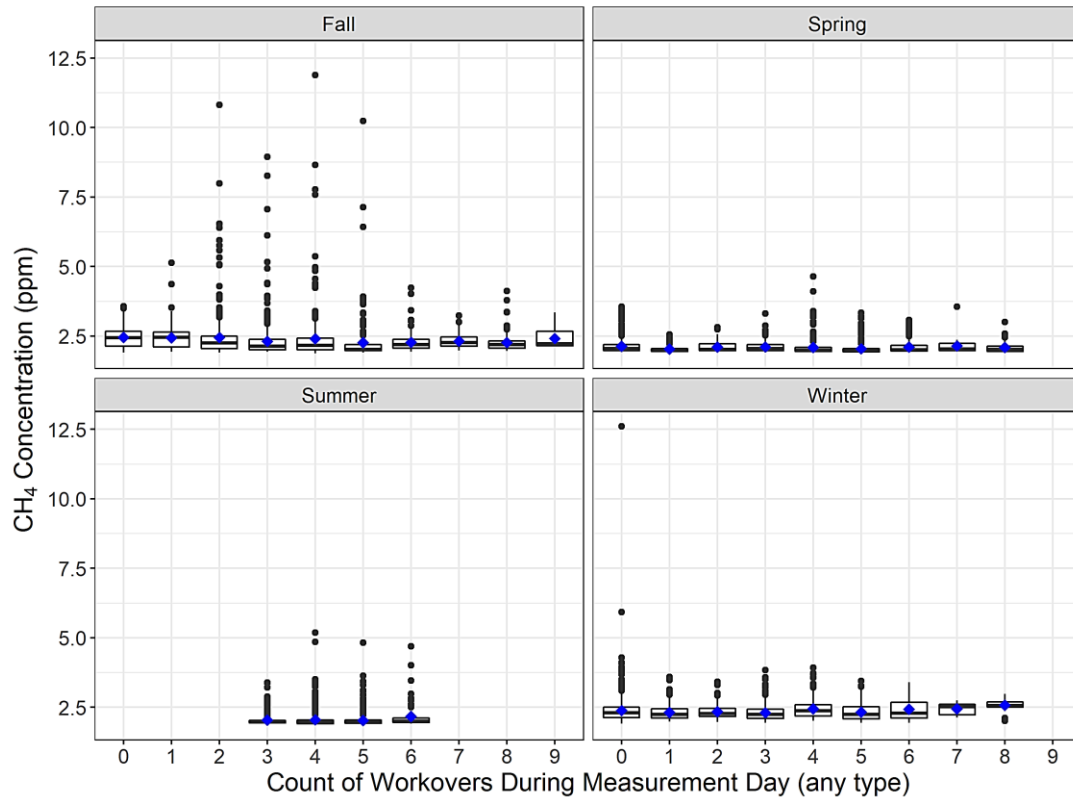


Figura D.1 El número de eventos de operador simultaneo vs. la concentración de metano observada, separada por estación (primavera, verano, otoño, e invierno).

CH₄ Concentration Distributions by Number of Wells Being Drilled on Measurement Day



CH₄ Concentration Distributions by Number of Workovers on Measurement Day



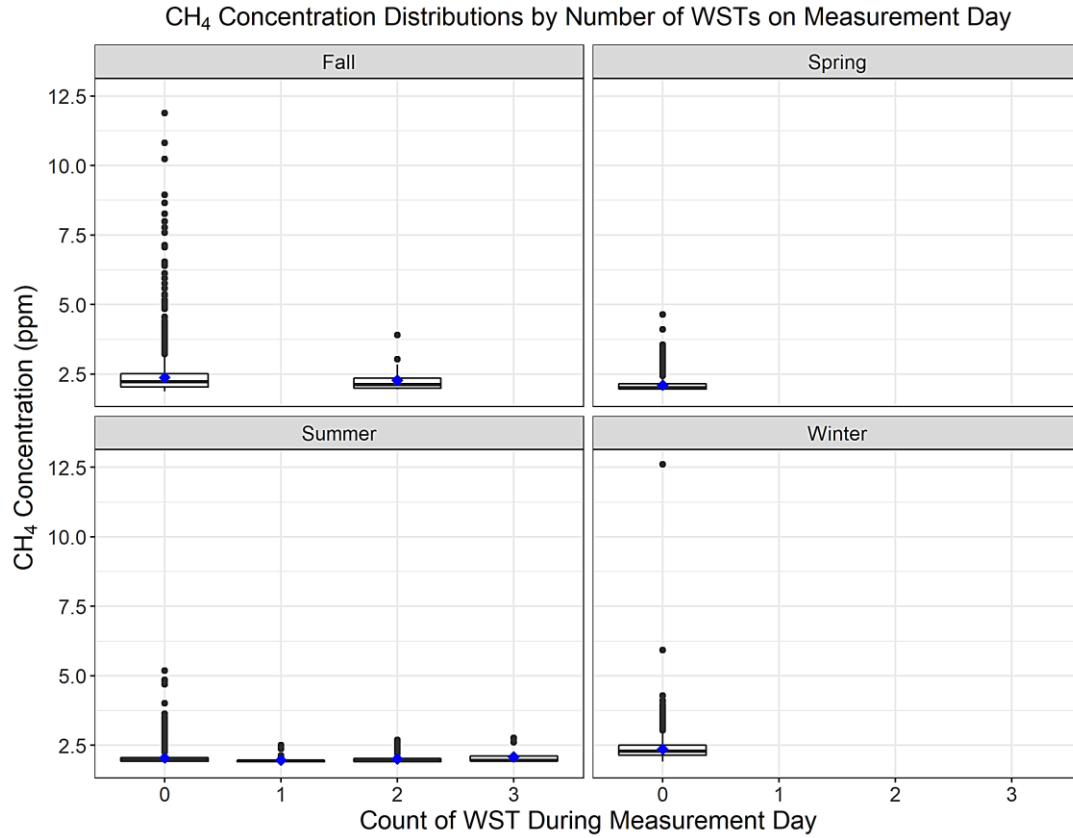


Figura D.2 El número total de perforación de pozos (arriba), reacondicionamiento (centro), y eventos de estimulación de pozos (parte inferior) vs las concentraciones de metano en el remolque de SNAPS, separado por estación. Los números abajo de cada caja son el conteo de las concentraciones por hora los puntos de datos que caen en esa categoría.

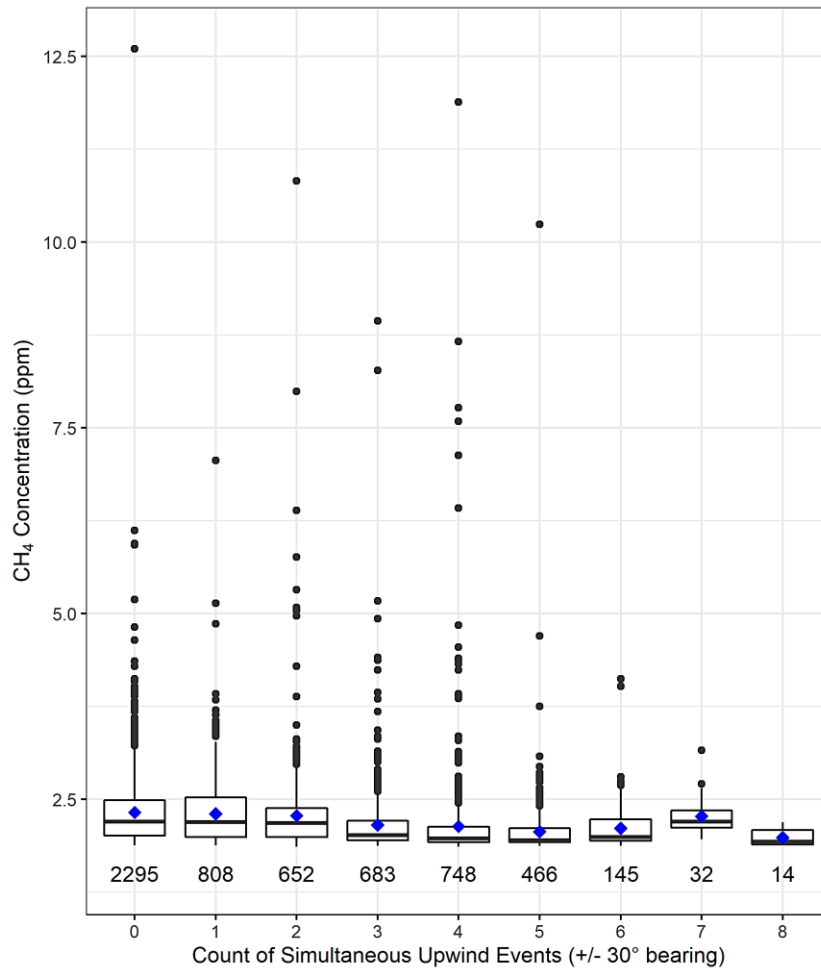


Figura D.3 La distribución de la concentración de metano por el número de eventos simultáneos de contra-viento. Los puntos azules son las concentraciones promedio (la media) y los números debajo de cada caja son el conteo por hora de los puntos de datos en la columna.

El personal creó un indicador único diseñado para capturar ambos, la distancia y el número de eventos. Este indicador usa la ponderación de la distancia inversa al cuadrado para explicar cuántos y que tan cerca estuvieron los eventos al remolque de SNAPS, como lo muestra la ecuación de abajo. Los valores más altos representan más eventos y los que estuvieron más cerca.

$$\text{Inverse distance weighted score} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}$$

Donde:

d_i = distancia del evento i del remolque de SNAPS

n= número de eventos ocurridos en un día de medición

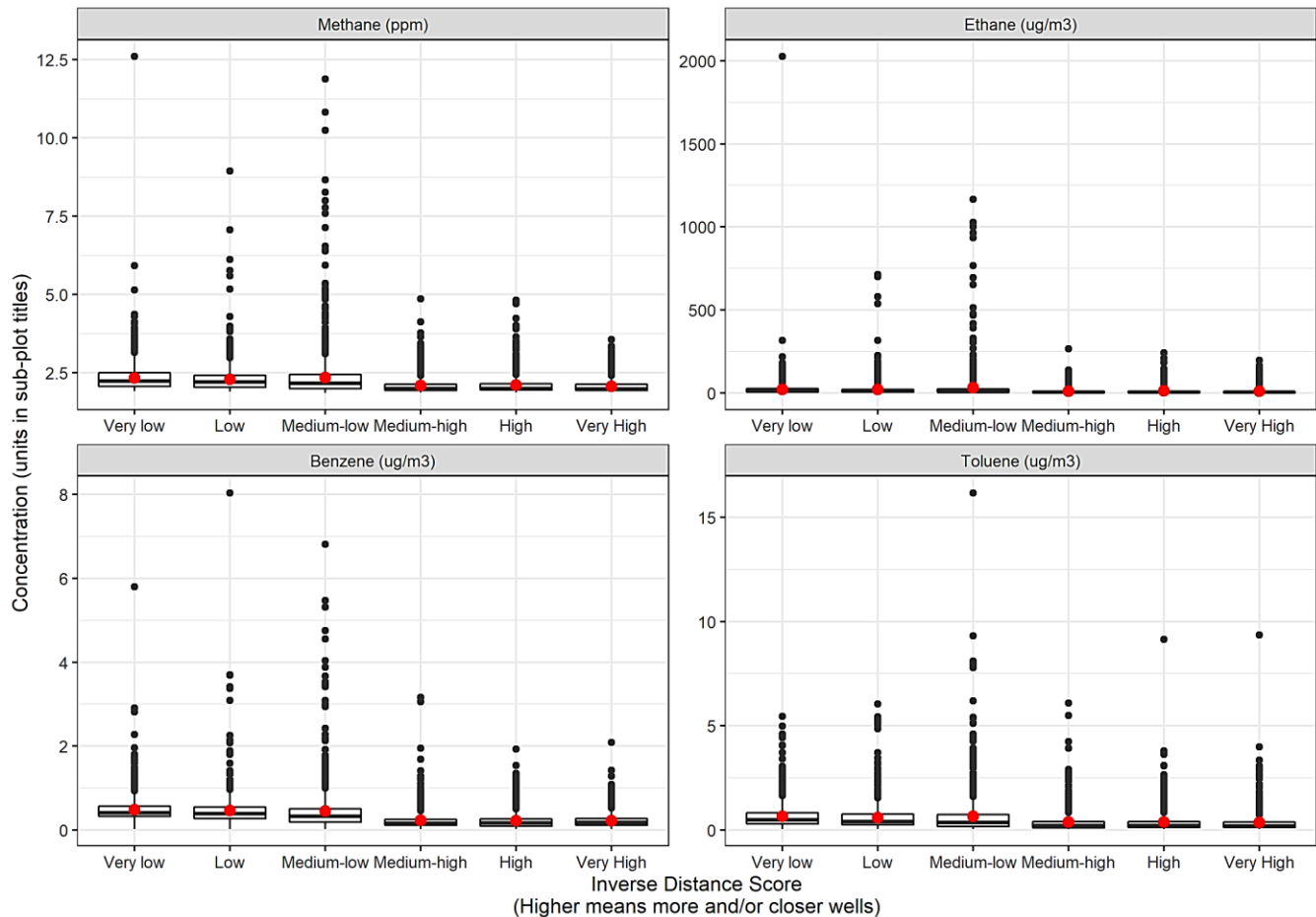


Figura D.4 Puntuación de evento ponderada por distancia inversa vs. las concentraciones de metano, etano, benceno, y tolueno. El eje "x" es almacenado basándose en un número igual de puntos de datos por contenedor, clasificado desde el más bajo al más alto. Los valores altos en el eje "x" representan más eventos y más cercanos. Los círculos rojos representan la media, mientras que las líneas horizontales dentro de los recuadros representan la mediana.

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

E. Adicionalmente Análisis de Monitoreo Móvil

El personal halló buena concordancia entre el metano del instrumento en la plataforma de monitoreo y el remolque cuando la plataforma es monitoreada en dentro de 150m del remolque (Figura E.1). El error RMS (relativo al remolque) fue menos de un 0.1 ppm para ambos instrumentos Aeris y Picarro. Es probable que las diferencias se dieran de las diferencias en la entrada, diseño del instrumento, y la precisión del instrumento.

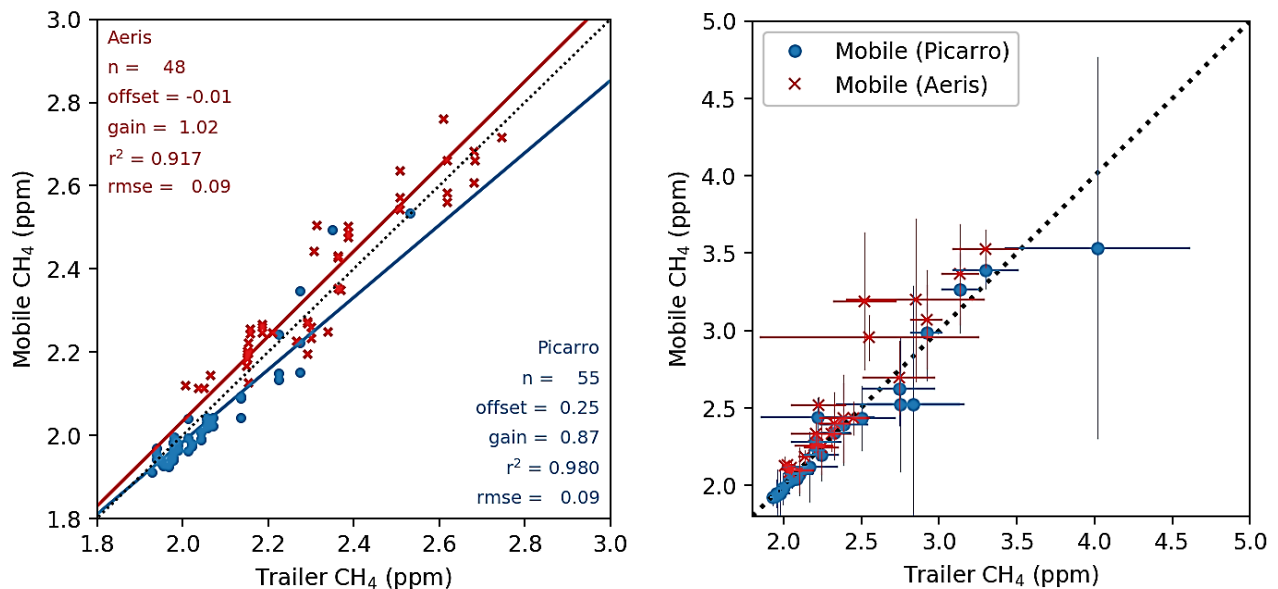


Figura E.1 Comparación del MIRA PICO LDS Móvil del Aeris (rojo) y el Metano del Picarro 2204 (azul) de la plataforma móvil relativa al metano del Picarro 2401 en el sitio del remolque. (A la izquierda) Datos mostrados son en promedios de 10-minutos cuando la plataforma móvil es localizada dentro de 150m del remolque. (Derecha) Datos mostrados son de promedios de 1-hora cuando la plataforma móvil está localizada dentro de Lost Hills (Región de 1 milla cuadrada). Las barras de errores indican las 2 variabilidades de desviación estandar en la concentración de 1-hora promedio.

El personal también exploró para hallar cualquier diferencia sistemática en las concentraciones de metano dependiendo de si la plataforma móvil estaba contra el viento o a favor del viento del Yacimiento Petrolífero de Lost Hills. El personal utilizó el criterio simple de si el viento no era cero y de dirección de sur a noroeste para determinar si el remolque estaba a favor del viento del campo del yacimiento petrolífero. Los datos móviles utilizados abajo solamente incluyen medidas hechas aproximadamente entre 4 millas cuadradas alrededor de Lost Hills, usando el mismo criterio para la plataforma móvil como remolque (Figura E.2).

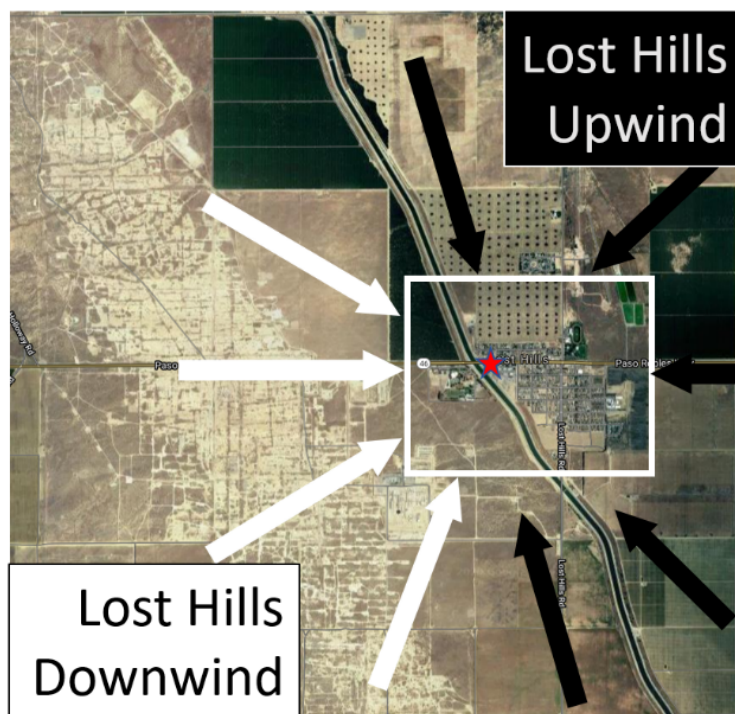


Figura E.2 El esquema de la región incluído para el análisis de monitoreo móvil (caja) y la dirección del viento para la cual la plataforma móvil y el remolque (estrella) son consideradas de estar contra el viento (las flechas negras más hacia la derecha) y a favor del viento (las flechas blancas más hacia la izquierda) de operaciones relacionadas con el aceite y el gas.

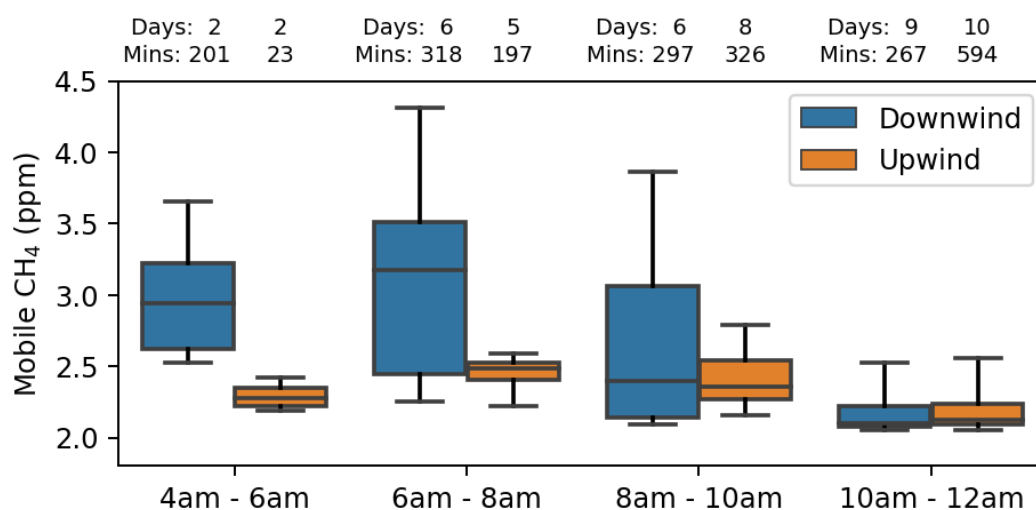


Figura E.3 Todos los datos de monitoreo agrupados dependiendo de si la plataforma móvil estaba contra o a favor del viento de las operaciones relacionadas con el aceite o gas, y a diferentes horas durante el día. Las cajas muestran los percentiles 25 y 75 y las patillas indican los percentiles 5 y 95 de las concentraciones de metano. Las líneas horizontales

dentro de los recuadros representan la mediana (percentil 50). El número de días diferentes y el número de minutos de datos en cada diagrama de caja están listados en la parte superior de cada figura.

Figura E.3 resume las mediciones de monitoreo móvil de metano en Lost Hills entre Julio de 2019 y Enero de 2020, agrupados en la dirección del viento y hora del día. Existió una clara discrepancia en las concentraciones altas de metano cuando la plataforma estaba considerada a favor del viento de operaciones relacionadas con el aceite y el gas. La diferencia era más pronunciada temprano en la mañana, grandemente reducida a las 8 a.m (aunque las concentraciones a favor del viento eran más variables) y no estaba presente después de las 10 am. Había 50% menos minutos de datos disponibles antes de las 8 de la mañana cuando la plataforma estaba en contra del viento, que cuando estaba a favor del viento; por lo tanto esto pudo haber contribuido a la reducción en la variabilidad.

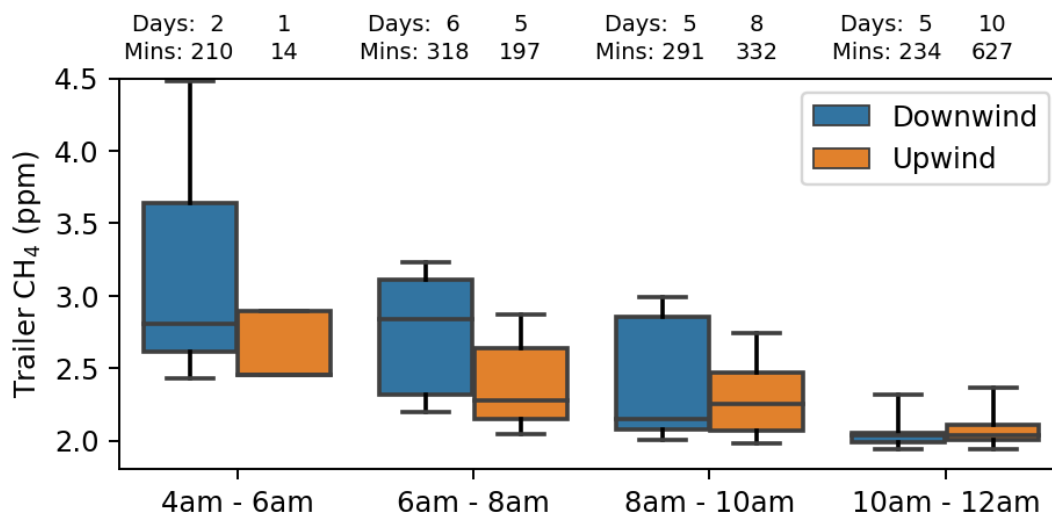


Figura E.4 Lo mismo que en la Figura E.3 pero para las medidas de metano del remolque tomadas mientras el monitoreo móvil se llevaba a cabo. Los datos son agrupados dependiendo de si el remolque estaba a favor del viento o en contra del viento de operaciones relacionadas con el aceite y el gas, y para diferentes horas del día. Las cajas muestran los percentiles 25 y 75 y las patillas indican los percentiles 5 y 95 de las concentraciones de CH₄. Las líneas horizontales dentro de los recuadros representan la mediana (percentil 50). El número de días diferentes y el número de minutos de datos en cada diagrama de caja están listados en la parte superior de cada figura.

El remolque presentaba un cuadro similar cuando se muestreaba durante el tiempo del monitoreo móvil y siguiendo el mismo criterio para clasificación de estar contra o a favor del viento. Sin embargo, cuando la campaña completa de datos se utilizaba (más de 11 meses), las diferencias entre estar contra o a favor del viento no eran claramente diferentes. (Figura E.5). El monitoreo temprano todavía mostraba altas concentraciones que más tarde durante el día pero la distribución de metano contra o a favor del viento era imperceptible. Esto podría indicar que las diferencias entre estar contra o a favor del viento en los datos de monitoreo

móvil eran dependientes de las condiciones específicas en esos días en vez indicar una diferencia persistente entre las concentraciones a favor o en contra del viento. Sin embargo, el análisis de las concentraciones de metano medidas en el 5% superior en el remolque no indica que estas ocurrieron desproporcionadamente cuando el viento está de sur- suroeste (no se muestra aquí, pero es aparente en la Figura 3.21 del reporte principal).

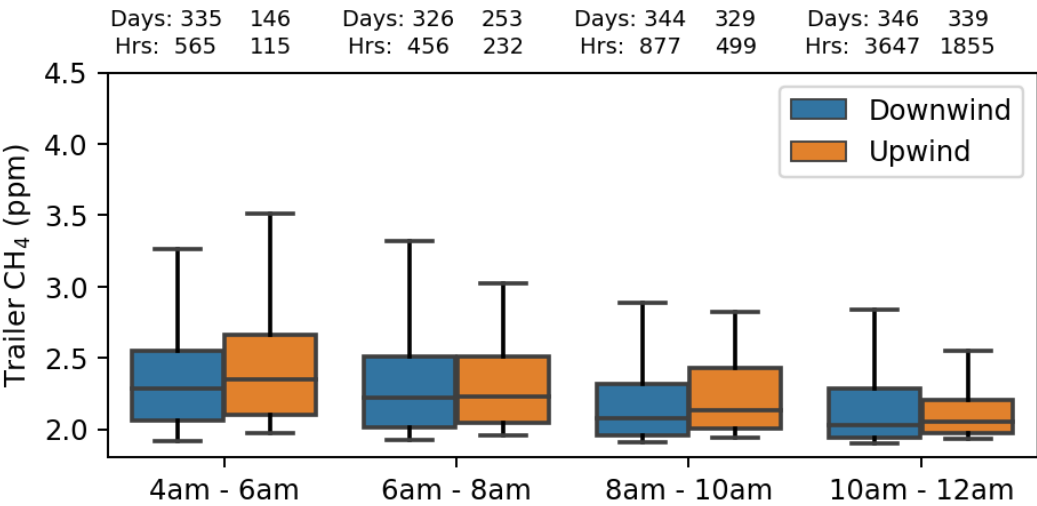


Figura E.5 Todas las medidas disponibles del remolque agrupadas en si el remolque se encuentra a favor o en contra del viento de operaciones relacionadas con el gas o el aceite, y para diferentes horas en el día. Las cajas muestran los percentiles 25y 75 y las patillas indican los percentiles 5 y 95 de las concentraciones de metano. El número de días diferentes y el número de horas de datos en cada diagrama de caja están listadas en la parte superior de la figura.

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

F. Métodos para la identificación, evaluación, selección y posible ajuste de valores de orientación sanitaria

Este apéndice presenta los métodos mediante los cuales se identificaron, evaluaron, seleccionaron y posiblemente ajustaron los Valores Orientativos para la Salud (HGVs) existentes. Los HGV distintos de los niveles de exposición de referencia (REL) de la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental (OEHHA) se designaron como HGVs provisionales (p-HGVs). Los p-HGVs proceden de la adopción o ajuste de valores existentes, de la aplicación de factores de incertidumbre (UFs) de la OEHHA al punto de partida (POD) de un HGV existente, o del uso de un HGV para un análogo estructural de la sustancia química objetivo.

a. Valores guías de salud existentes (HGV)

Esta evaluación considera HGVs de origen sanitario. No se han evaluado los HGVs que causan molestias u olores.

i. HGVs no cancerígenos

En general, los HGVs no cancerígenos se basan en el más sensible, relevante y adverso efecto en la salud, notificado en estudios toxicológicos o epidemiológicos. Estos valores están diseñados para proteger a los individuos más sensibles en la población por inclusión de los factores que responden a la incertidumbres así como las diferencias individuales en las susceptibilidades humanas a exposiciones químicas. Los HGVs no cancerígenos comúnmente utilizados en evaluaciones de riesgos, con enfoque en los valores por exposición por la vía de inhalación y por los cuerpos gubernamentales estadounidense, son presentados en la Tabla F.1. Los HGVs listados son de una variedad de organizaciones encargadas con proteger la salud pública de la exposición química, incluyendo OEHHA, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA), la Agencia de Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), y la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (TCEQ). Los tipos de valores varían debido al medio de exposición deseado (e.g., aire, agua), la población objetivo (e.g., población en general, niños), y los efectos críticos considerados (e.g., desarrollo / reproductivo, todos los efectos).

Tabla F.1 Ejemplos de los valores guadores no cancerígenos (HGVs) con énfasis en los HGVs por exposición a través de la vía de inhalación de los cuerpos gubernamentales estadounidenses.

Fuente	Valor	Definición	Duración	Vía	Referencia
OEHHA	Nivel de Exposición de Referencia (REL)	Una exposición en o por debajo de los efectos adversos no cancerígenos para la salud no se espera que ocurran en la población humana, incluyendo subgrupos sensitivos (e.g., infantes y niños), expuestos por una duración específica.	Crónico, 8-horas, agudo	Inhalación	OEHHA 2008
	Meta de Salud Pública (PHG)	Un estimado del nivel de un contaminante en el agua potable que no es anticipado que cause o contribuya a efectos adversos sobre la salud, o que no presenta un riesgo significativo para la salud incluyendo los subgrupos sensitivos que comprenden una porción significativa de la población en general (e.g., infantes, niños, mujeres embarazadas, ancianos).	Crónico	Oral	California Safe Drinking Water Act 1996; OEHHA 2020a
	Dosis de Referencia Específica para Menores	HGVs numéricos desarrollados para abordar la sensibilidad específica de los niños.	Crónico	Todas las vías	OEHHA 2010
	Nivel de Dosis Máxima	Un nivel de exposición a un intoxicante reproductivo conocido (Proposición 65) que no	Diaria	Todas las vías	California Code of

Fuente	Valor	Definición	Duración	Vía	Referencia
	Permitida (MADL)	tiene un efecto observable asumiendo exposición mil veces más que ese nivel.			Regulations 1986
US EPA	Sistema de Información de Riesgo Integrado (IRIS) Concentración de Referencia (RfC)	Un estimado (con incertidumbre que abarca quizás un orden de magnitud) de una exposición de inhalación continua a la población humana (incluyendo subgrupos sensibles) que están probablemente sin riesgo perceptible de efectos perjudiciales de carácter no cancerígeno durante la vida.	Crónico	Inhalación	US EPA 1994
	Valor de Toxicidad Provisional de Revisado por Colegas (PPRTV) Concentración de Referencia Provisional (p-RfC)	Un estimado (con incertidumbre que abarca quizás un orden de magnitud) de una exposición de inhalación continua a la población humana (incluyendo subgrupos sensitivos) que está probablemente sin riesgo perceptible de efectos perjudiciales durante exposición subcrónica y crónica.	Crónico, subcrónico	Inhalación	US EPA 2020b
	Tablas de Resumen de Evaluación de Efectos	Un estimado provisional (con incertidumbre que abarca quizás un orden de magnitud) de la exposición diaria a la población humana (incluyendo subgrupos sensibles) que está	Crónico, subcrónico	Inhalación	US EPA 1997

Fuente	Valor	Definición	Duración	Vía	Referencia
	Sanitarios (HEAST) Concentración de Referencia (RfC)	probablemente sin riesgo perceptible de efectos perjudiciales durante la vida (crónico) o porción de la vida (subcrónico).			
ATSDR	Nivel de Riesgo Mínimo (MRL)	Un estimado de exposición humana diaria a una sustancia peligrosa que está probablemente sin un riesgo perceptible de efectos no cancerígenos a la salud durante una duración específica de exposición	Crónico, intermedio, agudo	Inhalación	ATSDR 2018a
TCEQ	Valores de Referencia (ReV)	Una estimación de una concentración de exposición por inhalación por una cierta duración a una población humana (incluyendo los subgrupos sensibles) que están probablemente sin un riesgo perceptible de efectos adversos.	Crónico, agudo	Inhalación	TCEQ 2015
Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH)	Valor Límite de Umbral - Tiempo - Promedio Ponderado (TLV- TWA) 8 hour	El TWA de la concentración para un día laboral convencional de 8- horas en una semana laboral de 40- horas, el cual se cree es a lo que todo los trabajadores pueden estar repetidamente expuestos, día tras días, por un tiempo laboral de toda la vida sin efectos adversos.	Crónico (ocupacional)	Inhalación	ACGIH 2015

Fuente	Valor	Definición	Duración	Vía	Referencia
	Valor Límite de Umbral - Límite de Exposición de Corto Plazo (TLV-STEL)	Una exposición de 15 minutos de TWA que no debe ser excedido durante ningún tiempo del día laboral, aún si el TWA de 8-horas está dentro de TLV- TWA. El TLV-STEL es la concentración a la cual se cree que los trabajadores pueden ser expuestos de continuo por un período corto de tiempo sin sufrir de: 1) irritación, 2) Daño de tejido irreversible o crónico, 3) efectos tóxicos que dependan del porcentaje de la dosis, o 4) Narcosis del grado suficiente para incrementar la posibilidad de lesión accidental, impedimento de auto-rescate o reducción de la eficiencia del trabajo material. El TLV- STEL no va a proteger necesariamente contra estos efectos si el TLV-TWA diarios es excedido. EL TLV-STEL usualmente suplementa el TLV-TWA donde existen efectos agudos reconocidos de una sustancia de la cual sus efectos tóxicos son primariamente de naturaleza crónica; sin embargo, el TLV-STEL pudiera ser un guiador de exposición independiente separado.	Agudo (ocupacional)	Inhalación	ACGIH 2015

ii. HGVs cancerígenos

La evaluación del riesgo a la salud humana es también utilizado para evaluar el riesgo de cáncer (i.e., la probabilidad de que un individuo desarrolle cáncer durante su vida) resultando de la exposición a un compuesto. Cuando se está evaluando el riesgo en la vida de tener cáncer por inhalación, es típico utilizar valores de potencia del cáncer, tal como los factores de potencia (CPFs) o unidades de riesgo por inhalación (IURs). Los valores de potencia para el cáncer usados en las evaluaciones de riesgos, con un enfoque en la vía por inhalación por exposición y cuerpos gubernamentales estadounidenses, son presentados en la Tabla F.2. Los CPFs listados son los de OEHHHA y USA EPA.

Tabla F.2 Ejemplos de los valores de potencia de cáncer con un enfoque en los valores en la vía por inhalación por exposición y de cuerpos gubernamentales estadounidenses.

Fuente	Valor	Definición	Vía	Ref.
OEHHHA	El Factor de potencia del cáncer (CPF) y la unidad de riesgo por inhalación (IUR)	Caracterizar la relación entre la dosis aplicada y un carcinógeno y el riesgo de la aparición de un tumor en un humano. Usualmente expresado como un factor de pendiente del cáncer ["potencia" - en unidades de dosis recíprocas - usualmente (mg/kg-peso del cuerpo/día) ⁻¹ o "unidad de riesgo" - concentración de aire recíproca - usualmente (µg/m ³) ⁻¹] para el riesgo de tumor asociado con exposición continua durante la vida al carcinógeno en dosis bajas.	Inhalación /Oral	OEHH A 2009
US EPA IRIS	IUR	El exceso de riesgo de cáncer en la parte superior de la vida estimado en resultar de la continua exposición a un agente en una concentración de 1 µg/m ³ en el aire. La interpretación de una unidad de riesgo por inhalación sería como sigue: si la unidad de riesgo = 2×10^{-6} per µg/m ³ , 2 se espera que se presenten casos de cáncer en exceso (estimación del límite superior) por 1,000,000 personas si se exponen diariamente por toda la vida a 1 µg del químico por m ³ de aire.	Inhalación	US EPA 2011
US EPA PPRTV	IUR (p-IUR) Provisional	Un estimado del incremento del riesgo de cáncer de exposición por inhalación a una concentración de 1 µg/m ³ en la vida.	Inhalación	US EPA 2020b

Fuente	Valor	Definición	Vía	Ref.
US EPA HEAST	IUR	Un estimado de riesgo carcinogénico de exposición por inhalación por unidad de concentración en el aire (por $\mu\text{g}/\text{m}^3$).	Inhalación	US EPA 1997

b. Evaluación de HGVs Existentes

i. Criterio de Evaluación HGV

En la evaluación de riesgo a la salud humana, es típico usar un HGV para cada combinación de duración de exposición- compuesta para evaluar los impactos potenciales a la salud debidos a exposición compuesta específica. Cuando varias HGVs están disponibles para un compuesto en específico, una jerarquía puede ser utilizada para seleccionar los HGVs que son de la más alta cualidad o son los más relevantes para la evaluación de riesgo. Para crear una jerarquía, cada fuente y tipo de HGV puede ser clasificado basado en los parámetros tal como la amplitud del proceso de revisión externa o el nivel de documentación provista. Además, parámetros de calidad específicos pueden ser utilizados para evaluar la relevancia de valores de una evaluación de riesgo en particular, tal como la vía de exposición o la población que los valores pretenden proteger (e.g., población en general, población ocupacional)

Para propósitos de evaluación de este Estudio del Aire en Vecindarios cerca de Fuentes de Petróleos (SNAPS), HGVs fueron evaluados por su aplicabilidad a la evaluación de riesgo por inhalación de la población en general al seguir el criterio siguiente:

- La fuente provee documentación de derivación HGV (esto era cierto en todos los tipos de HGV en las Tablas F.1 y F.2)
- El nivel de revisión de colegas empleado en el desarrollo de HGV (e.g., OEHHA y valores US EPA IRIS sobrellevan un extensivo proceso de revisión externo e interno).
- El programa que produjo los HGV está todavía activo, permitiendo actualizaciones o desarrollo *de novo* de los HGVs (e.g., programa US EPA's HEAST ya no está activo).
- El HGV está basado en un estudio llevado a cabo por la vía de la inhalación (e.g., PHGs basados en estudios por inhalación que recibieron más consideración que los PHGs basados en los estudios de otras vías).
- El HGV está diseñado para proteger a la población en general, incluyendo los subgrupos sensibles (e.g., valores OEHHA MADL están basados solamente en los

estudios de desarrollo y de toxicidad reproductiva; valores ocupacionales no están diseñados para proteger a la población en general).

- El HGV fue diseñado siguiendo las guías establecidas para que su derivación fuera basada en una consistente, documentada metodología que pueda ser revisada. En muchas instancias, tal guía sobrelleva revisión de colegas externos y procesos de comentarios públicos como parte de su desarrollo.
- El HGV refleja los mandatos legislativos y las elecciones políticas científicas que guían las determinaciones de riesgo en California. Solamente los HGVs OEHHA son derivados para cumplir con este criterio.

La Tabla F3 muestra los resultados de este análisis para HGVs claves no cancerígenos con un enfoque en los valores de inhalación de cuerpos gubernamentales estadounidenses.

Tabla F.3 Evaluación de los valores guías no cancerígenos de la salud (HGVs) por varios criterios. "✓" significa que los HGV satisfacen el criterio, "✓/-" significa que satisface el criterio en algo o en algunos de los casos, y "-" significa que los HGV no satisfacen este criterio.

Fuente	Descripción	Revisión Externa	Comentario Público	Programa Activo Fuente	Pretendido para inhalación y / o derivado para un estudio de inhalación	Destinado a proteger la población en general incluyendo los subgrupos sensibles	Guías Establecidas para el desarrollo de HGV	Desarrollado por OEHHA para cumplir con los estándares de riesgo de California	Referencias
OEHHA	RELs- crónico, 8 horas, agudo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	California Health and Safety Code Division 26 1987; OEHHA 2008, 2020b, c
OEHHA	PHGs (extremo no canceroso)	✓	✓	✓	✓/-	✓	-	✓	California Safe Drinking Water Act 1996; OEHHA 2020a
US EPA IRIS	RfC - Crónico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	US EPA 1994, 2011, 2020c, e
ATSDR	MRLs - Crónico, intermedio, agudo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	ATSDR 2018b, 2021; Chou et al. 1998
US EPA PPRTV	p-RfCs - crónico y subcrónico	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	US EPA 1994, 2002, 2020b, d

Fuente	Descripción	Revisión Externa	Comentario Público	Programa Activo Fuente	Pretendido para inhalación y / o derivado para un estudio de inhalación	Destinado a proteger la población en general incluyendo los subgrupos sensibles	Guías Establecidas para el desarrollo de HGV	Desarrollado por OEHHA para cumplir con los estándares de riesgo de California	Referencias
OEHHA	chRD	✓	✓	✓	✓/—	✓/—	—	✓	California Health and Safety Code §901 2000; California Health and Safety Code Division 37 1993; OEHHA 2010, 2020b
US EPA HEAST	RfCs - crónico y subcrónico	—	—	—	✓	✓	✓	—	ECOS-DoD Suitability Work Group 2007; US EPA 1990, 1997
OEHHA	MADL	✓	✓	✓	✓/—	✓/—	✓	✓	California Code of Regulations 1986; OEHHA 2001, 2020b, d
TCEQ	ReV - Crónico, agudo	✓/—	✓	✓	✓	✓	✓	—	TCEQ 2015, 2020
ACGIH	TLV - ocupacional	✓/—	✓	✓	✓	—	✓	—	ACGIH 2015, 2020, n.d.

Abreviaciones: Gen.pop., población en general; incl., incluyendo inhal., inhalación

ii. Clasificación de los HGVs para formar una jerarquía

Los HGVs listados en las Tablas F.1 y F.2 fueron clasificados para formar jerarquías que podrían ayudar en la selección de HGVs apropiadas para la evaluación de riesgos de la salud por inhalación de la población en general, con un rango de 1 indicando que un HGV es el más apropiado y por lo tanto priorizado en la evaluación. Este rango fue basado en la evaluación de criterio identificada en la sección anterior. Además a este criterio, la clasificación de HGVs no cancerígenas consideró la duración de la exposición que se pretende de la HGV (e.g., valores crónicos fueron clasificados más altas que los valores subcrónicos en la selección de HGV crónicos; HGVs basados en estudios agudos o de desarrollo, el último de los cuales pudiera ser de varias semanas de duración, fueron consideradas apropiadas para uso como HGVs agudos).

Salidas de la jerarquía fueron basadas en juicios profesionales. Factores que afectaron la salida incluyeron la selección de un HGV de bajo rango que está basado en un estudio de más apropiada duración o derivaba más con un estudio más reciente y de más alta calidad de toxicidad crítica.

c. Selección de HGVs de inhalación no cancerígena

i. Descripción General

La Figura F.1 da una visión general del proceso de selección, ajuste, o desarrollo de HGV provisional (p-HGV) para uso en la evaluación de riesgo de SNAPS. El árbol de decisión incluye cuatro vías principales: (1) la selección de un OEHHA REL si está disponible; (2) Selección de una HGV existente (otra que no sea OEHHA REL) con ajuste potencial para servir como una p-HGV; (3) desarrollo de un p-HGV basado en el punto de partida (POD) usado para un HGV existente; (4) selección de un HGV existente; (4) selección de un HGV sustituto usando analogías estructurales para uso como un p-HGV. Para este reporte, cualquier otro valor que no sea OEHHA REL es considerado provisional. Los cuatro rastreos se describen con más detalles a continuación.

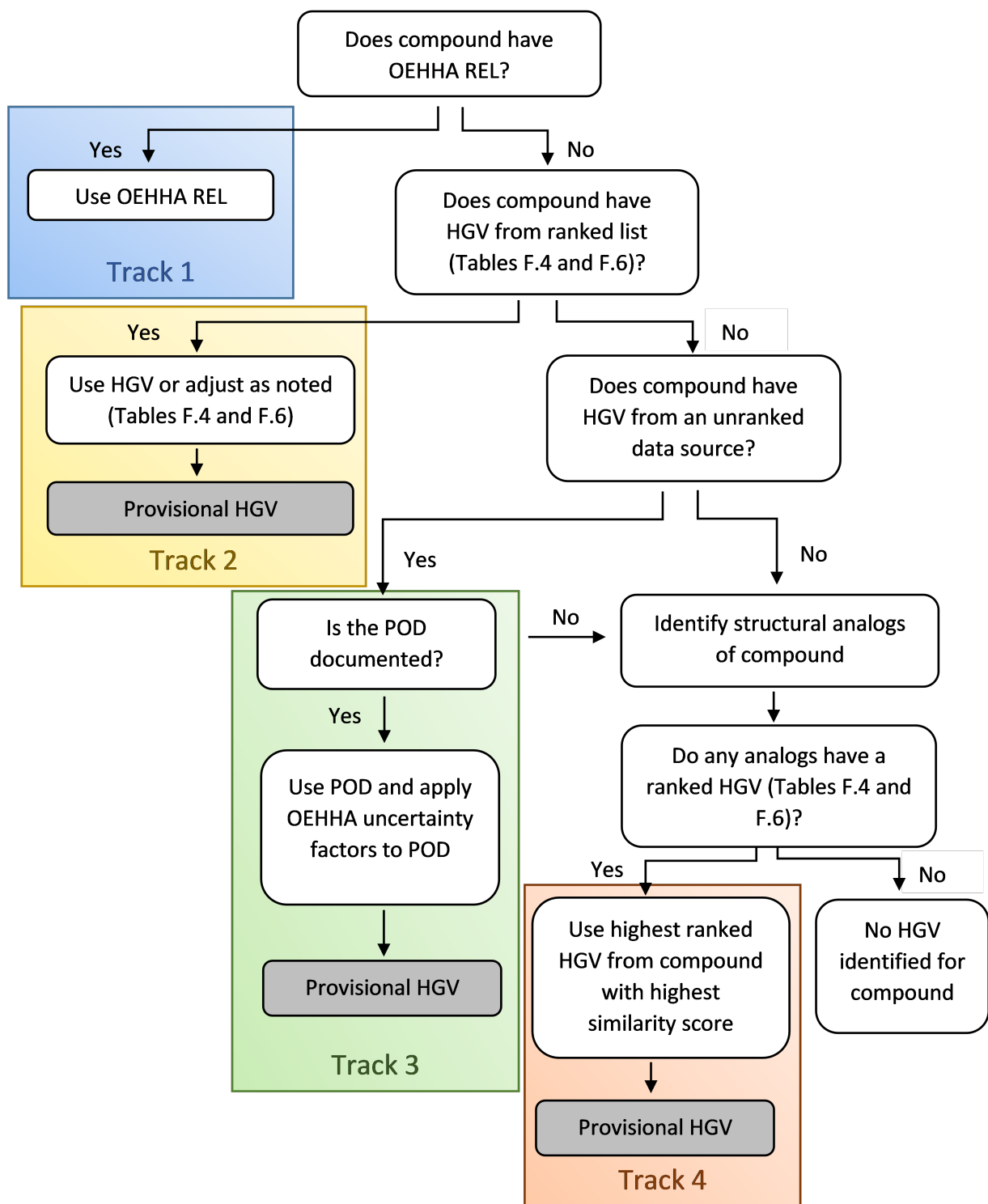


Figura F.1 Árbol de decisiones para la guía de valores sanitarios no cancerígenos (HGV) selección, ajuste, y desarrollo. El árbol de decisiones sigue cuatro rastreos principales.

ii. Rastreo 1: Uso de OEHHA REL si está disponible

Si un OEHHA REL está disponible para un compuesto, ese REL será utilizado sin ningún ajuste.

iii. Rastreo 2: En la ausencia de OEHHA REL, adopte o ajuste una HGV existente como una HGV provisional

Jerarquías separadas de HGVs fueron desarrolladas para duraciones de exposición crónica (Tabla F.4) y aguda (Tabla F.6) basadas en la calidad de evaluación de los recursos y tipos de valores (véase Sección F.b. Evaluación de HGVs Existentes arriba).

1. Jerarquía de inhalaciones no cancerígenas crónicas de HGVs

Basados en el criterio de evaluación en la Tabla F.3, los HGVs no cancerígenos crónicos fueron clasificados por aplicabilidad a una evaluación de riesgo por inhalación a nivel de selección para la población en general (Tabla F.4). Esta jerarquía y ajuste profesional fueron utilizados para identificar las HGV más apropiadas. RELs de 8 horas o crónicos desarrollados por la OEHHA para exposiciones por inhalación fueron clasificadas primero como se describe en el Trayectoria 1 (Figura F.1), seguido de OEHHA PHGs basados en un extremo no cancerígeno de un estudio de toxicidad por inhalación. Subsecuentemente los valores clasificados son de OEHHA, US EPA, ATSDR, TCEQ, y ACGIH, los cuales son clasificados como están presentados en la Tabla F.4. La Tabla F.4 también indica la evaluación general y aproximación de ajuste que fue aplicado para cada HGV, donde fuera aplicable, para derivar un p-HGV para uso en la evaluación de riesgo. Estos ajustes son descritos con más detalle en la Sección F.c.iii.3 Ajustes de los HGVs Existentes.

Si no hubieran HGVs disponibles de la Tabla F.4, entonces las fuentes listadas en la Tabla F.5 fueron consultadas como puntos de partida para el desarrollo de los niveles de análisis p-HGVs (véase la Sección F.c.iv. Desarrollo de una HGV Provisional de un POD de una HGV Existente). En el evento de que existiera más de una fuente de datos disponible, juicio profesional fue utilizado para seleccionar la fuente más apropiada.

Tabla F.4 Jerarquía para la selección del valor guiador de la salud por inhalación crónica no cancerígeno (HGV).

Rango	Fuente	Descripción	Evaluación/ajuste	Referencias
1	OEHH A	RELs Crónicos/8 - horas RELs	N/A	https://oehha.ca.gov/air/general-info/oehha-acute-8-hour-and-chronic-reference-exposure-level-rel-summary
2	OEHH A	PHGs (punto extremo no cancerígeno derivado de un estudio por inhalación)	Extrapolación vía a vía	https://oehha.ca.gov/water/public-health-goals-phgs
3	US EPA	IRIS RfC	N/A	https://iris.epa.gov/AtoZ/?list_type=alpha
4	ATSDR	MRLs de inhalación crónica	N/A	https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx
5	US EPA	PPRTV Crónico p-RfCs y nivel de selección PPRTV p-RfCs	N/A	https://www.epa.gov/pprtv/provisional-peer-reviewed-toxicity-values-pprtvs-assessments
6	ATSDR	MRLs de inhalación intermedia	Extrapolación subcrónica y crónica (donde es apropiada)	https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx
7	US EPA	PPRTV subcrónica p-RfCs y nivel de selección PPRTV p-RfCs		https://www.epa.gov/pprtv/provisional-peer-reviewed-toxicity-values-pprtvs-assessments
8	OEHH A	chRD (basados en estudios de inhalación)	N/A	https://oehha.ca.gov/risk-assessment/chrd/table-all-chrds

Rango	Fuente	Descripción	Evaluación/ajuste	Referencias
9	US EPA	HEAST RfC Crónico	N/A	https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=2877
10	US EPA	HEAST RfC subcrónico	Extrapolación subcrónica y crónica (donde es apropiada)	https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=2877
11	TCEQ	ReV Crónico	N/A	https://www.tceq.texas.gov/toxicology/esl/guidelines/about ; https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm?fuseaction=home.welcome
12	OEHH A	MADL (basada en el estudio de toxicidad reproductiva por inhalación)	N/A	https://oehha.ca.gov/proposition-65/proposition-65-list
13	ACGIH	TLV de 8 horas TWA	Ajuste de la exposición diaria de 24 horas; ajuste del factor de 300 si está basado en un estudio humano, 3,000 si está basado en un estudio animal	https://portal.acgih.org/s/store#/store/browse/cat/a0s4W00000g02f8QAA/tiles (no disponibles publicamente)
14	OEHH A	PHGs (punto extremo no cancerígeno derivado de un estudio de no-inhalación)	Extrapolación vía a vía	https://oehha.ca.gov/water/public-health-goals-phgs
15	OEHH A	chRD (basado en un estudio oral)	Extrapolación vía a vía	https://oehha.ca.gov/risk-assessment/chrd/table-all-chrds

Rango	Fuente	Descripción	Evaluación/ajuste	Referencias
16	US EPA	Referencia de la Dosis IRIS (RfD)	Extrapolación vía a vía	https://iris.epa.gov/AtoZ/?list_type=alpha
17	OEHH A	MADL (basado en un estudio de la toxicidad reproductiva oral)	Extrapolación vía a vía	https://oehha.ca.gov/proposition-65/proposition-65-list

Tabla F.5 Ejemplos de las posibles fuentes de datos posibles de valores guías de la salud por inhalación no cancerígenos crónicos (HGVs), o para estudios relevantes. Las fuentes de datos no están clasificadas.

Tipo de Valor	Fuente	Descripción	Referencias
HGVs Estatales	TCEQ	Efectos a Largo Plazo del Nivel de Selección (ESL) (basados en la salud)	https://www.tceq.texas.gov/toxicology/esl/guidelines/about ; https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm?fuseaction=home.welcome
	Departamento de Salud de Minnesota	Valores Guías del Aire Crónicos / Subcrónicos	https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/guidance/air/table.html https://public.tableau.com/profile/mpca.data.services#!/vizhome/Airtoxicityvalues/Airtoxicityvalues
HGVs Ocupacionales	División de Seguridad y Salud Ocupacional de California (Cal/OSHA)	Niveles de Exposición Permitidos (PELs)	https://www.dir.ca.gov/title8/5155table_ac1.html
	Administración de Seguridad y	Niveles de Exposición	https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/

Tipo de Valor	Fuente	Descripción	Referencias
	Salud Ocupacional (OSHA)	Permitidos (PELs)	
	Instituto Nacional para la Seguridad y la Salud Ocupacional (NIOSH)	Límites de Exposición Recomendados (RELs)	https://www.cdc.gov/niosh/npg/pgintrod.html
HGVs Internacionales	Health Canada	Niveles de Referencia del Aire de Interiores, Límites de Exposición Recomendados (RELs)	https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/indoor-air-reference-levels.html https://www.canada.ca/en/health-canada/services/air-quality/residential-indoor-air-quality-guidelines.html
Fuentes primarias de base de datos	US EPA	El tablero de Comp Tox (incluye la compilación de HGVs de la agencia gubernamental)	https://comptox.epa.gov/dashboard
	Agencia de Químicos Europeos (ECHA)	Expedientes de Registros	https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances
	Literatura abierta	Estudios de Toxicología y epidemiología/o cupacional	Varios: PubMed, TocNet, ToxLine, etc.

Tipo de Valor	Fuente	Descripción	Referencias
Acercamiento sustituto	-	Utilizar la HGV de inhalación de la Tabla F.4 para químicos estructuralmente similares con ajuste de peso molecular	-
HGVs Orales	ATSDR	MRL Crónico Oral	https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx

2. Jerarquía de HGVs por inhalación no cancerígenos agudos

Los criterios de evaluación de la Tabla F.3 fueron utilizados para clasificar los HGVs no cancerígenos agudos en una jerarquía por su aplicabilidad en las evaluaciones de riesgo por inhalación a nivel de análisis para la población en general (Tabla F.6). Esta jerarquía y ajuste profesional fueron utilizados para identificar las HGV más apropiadas. Los RELs agudos desarrollados por OEHHA para exposiciones por inhalación tuvo prioridad, como se describe en la Trayectoria 1 (Figura F.1). Los MRLs de inhalación aguda de ATSDR, TCEQ ReVs Agudos, OEHHA MADLs que fueron basados en toxicidad de desarrollo, y ACGIH- STELs fueron clasificados como segundo, tercero, cuarto, y quinto, respectivamente. La Tabla F.6 indica también que el enfoque de evaluación y ajuste general que fue aplicado a cada HGV, donde es aplicable, para derivar p-HGV para uso en la evaluación de riesgo (véase la Sección F.c.iii.3 Ajustes de los HGVs Existentes abajo). Si no hubieran HGVs disponibles de la Tabla F.6 entonces las fuentes listadas en la Tabla F.7 fueron utilizadas para punto de partida para el desarrollo de p-HGVs de nivel de análisis (véase Sección F.c.iv. Desarrollo de una HGV Provisional de un POD de una HGV Existente). En el evento de que existiera más de una fuente de datos disponible, juicio profesional fue utilizado para seleccionar la fuente más apropiada.

Tabla F.6 Jerarquía para la selección del valor guiador de la salud por inhalación aguda no cancerígeno (HGV).

Rango	Fuente	Descripción	Evaluación/ajuste	Referencias
1	OEHHA	RELs Agudos	N/A	https://oehha.ca.gov/air/general-info/oehha-acute-8-hour-and-

Rango	Fuente	Descripción	Evaluación/ajuste	Referencias
				chronic-reference-exposure-level-rel-summary
2	ATSDR	MRLs de inhalación aguda	Extrapolación de tiempo a 1 hora (donde sea apropiado)	https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx
3	TCEQ	Acute ReV	N/A	https://www.tceq.texas.gov/toxicology/esl/guidelines/about ; https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm?fuseaction=home.welcome
4	OEHHA	MADL (basado en el desarrollo de la toxicidad)	Vía a vía de extrapolación (donde sea apropiado)	https://oehha.ca.gov/proposition-65/proposition-65-list
5	ACGIH	TLV-STEL	Ajuste por 1 hora de exposición; factor de ajuste de 300 si se basa en un estudio humano, 3,000 si está basado en un estudio animal	https://portal.acgih.org/s/store#/store/browse/cat/a0s4W00000g02f8QAA/tiles (no disponibles publicamente)

Tabla F.7 Ejemplos de fuentes de datos posibles para valores guidores de la salud por inhalación no cancerígenos agudos (HGVs) o para estudios relevantes. Las fuentes de datos no están clasificadas.

Tipo de Valor	Fuente	Descripción	Referencias
HGVs Estatales	TCEQ	ESL de Corto Término (basado en la salud)	https://www.tceq.texas.gov/toxicology/esl/guidelines/about ; https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm?fuseaction=home.welcome
	Departamento de Salud de Minnesota	Valores Guidores del aire Agudos/Corto-Término	https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/guidance/air/table.html https://public.tableau.com/profile/mpca.data.services#!/vizhome/Airtoxicityvalues/Airtoxicityvalues
Internacional	Health Canada	Límites de exposición de corto término	https://www.canada.ca/en/health-canada/services/air-quality/residential-indoor-air-quality-guidelines.html
HGVs Ocupacionales	Cal/OSHA	STELs, valores límite	https://www.dir.ca.gov/title8/5155tableac1.html
	OSHA	STELs, valores límite	https://www.osha.gov/annotated-pels/table-z-1 ; https://www.osha.gov/annotated-pels/table-z-2
	NIOSH	STELs, valores límite	https://www.cdc.gov/niosh/npg/pgintro.d.html
	ACGIH	valore límite	https://portal.acgih.org/s/store#/store/browse/cat/a0s4W00000g02f8QAA/tiles (no disponibles publicamente)
Fuentes primarias	US EPA	El tablero de Comp Tox (incluye la	https://comptox.epa.gov/dashboard

Tipo de Valor	Fuente	Descripción	Referencias
de base de datos		compilación de HGVs de la agencia gubernamental)	
	ECHA	Expedientes de Registros	https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances
	Literatura abierta	Estudios de Toxicología y epidemiología/ocupacional	Varios: PubMed, TocNet, ToxLine, etc.
Acercamiento sustituto	-	Utilizar el HGV de inhalación de la Tabla F.6 para un químico de estructura similar con ajuste de peso molecular	-
HGVs Orales	ATSDR	MRL oral agudo	https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx

3. Ajuste de HGVs Existentes

Tablas F.4 y F.6 describen los ajustes de cada tipo de HGV apropiado para una evaluación de riesgo por inhalación para la población en general. HGVs fueron ajustados para la duración de exposición intencionada (subcrónico a crónico), vía de exposición, y en el caso de valores ocupacionales, para representar a los subgrupos sensibles (e.g., niños, ancianos) u otras incertidumbres.

Ajuste de Exposición Subcrónica a Crónica

Las HGVs que son diseñadas para una duración de exposición subcrónica fueron ajustadas por una UF subcrónica (UF_s) para tener en cuenta los efectos potenciales mayores de la exposición continua de por vida comparado a la exposición subcrónica. Las guías OEHA recomiendan un ajuste basado en la duración del estudio crítico ($UF_s = 1$ para las duraciones del estudio de exposición > 12% de la vida estimada; $UF_s = \sqrt{10}$ para las duraciones del estudio de exposición 8-12% de la vida estimada; $UF_s = 10$ para las duraciones del estudio de exposición <8% de la vida estimada (OEHA 2008). Sin embargo, para ratones y ratas, las

duraciones del estudio de exposición de 13 semanas o menos son consideradas sub-crónicas (OEHHA 2008).

Ajuste de la Extrapolación de vía a vía

Cuando el HGV se clasificó como el más alto fue por la vía de no -inhalación, extrapolación vía a vía fue realizado. Por ejemplo, si el químico tuvo un US EPA RfD por efectos sistémicos (efectos de entrada no del portal), extrapolación vía a vía fue usada para estimar una inhalación p-HGV.

Para extrapolar las exposiciones orales a las exposiciones por inhalación, ajustes toxico-cinéticos deben hacerse para tener en cuenta la disposición, absorción, eliminación y metabolismo del tracto respiratorio. Sin embargo, un análisis toxico-cinético exhaustivo para cada compuesto fue más allá del ámbito de la evaluación, y por lo tanto el ajuste vía a vía del nivel de selección se llevó a cabo. La absorción por medio de las vías orales y de inhalación fue obtenida de la literatura cuando era posible; de otra manera, 100% de absorción por medio de las dos vías fue asumida. En la extrapolación vía a vía más simple, la dosis entregada al órgano objetivo es asumido de ser el mismo para las exposiciones orales y de inhalación. Utilizando esta suposición, una extrapolación simple vía a vía fue llevada a cabo por medio de la ecuación a continuación:

$$p\text{-HGV}_{\text{Inhalation}} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) = \text{HGV}_{\text{Oral}} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{kg-day}} \right) \times \left(\frac{\text{Absorption}_{\text{Oral}}(\text{unitless})}{\text{Absorption}_{\text{Inhalation}}(\text{unitless})} \right) \times \left(\frac{\text{Body weight (kg)}}{\text{Air intake} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{day}} \right)} \right)$$

Donde:

Peso del cuerpo = el peso del cuerpo de un adulto (70 kg)

Entrada de aire = toma de aire estandar de un adulto (20 m³/día)(OEHHA 2008)

Ajuste de Valores Ocupacionales

Ajuste para la Duración de la exposición: Valores Crónicos.

Cuando el HGV seleccionado era un límite de exposición ocupacional de largo-término (OEL) tal como un ACCIH TLV de 8 horas TWA, un ajuste de la duración de la exposición y UFs fueron aplicadas para alinear con la evaluación de riesgo. OELs de largo-término son destinados a ser protectores durante el día laboral en lugar de serlo durante condiciones de exposición continua. Ya que HGVs crónicos en la evaluación de SNAPS están destinados a ser protectores durante la exposición diaria continua, el HGV ocupacional fue ajustado por duración de la exposición y ritmos respiratorios utilizando la ecuación a continuación. Estos ajustes asumen una entrada de aire ocupacional de 10 m³/día, una entrada de aire de la población en general de 20 m³/día, y una semana laboral de cinco días (OEHHA 2008):

$$p\text{-HGV} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Occupational value} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) \times 10 \frac{\text{m}^3}{\text{day}} \times 5 \frac{\text{days}}{\text{week}}}{20 \frac{\text{m}^3}{\text{day}} \times 7 \frac{\text{days}}{\text{week}}}$$

Una excepción a este ajuste fue ACGIH TLV de 8 horas valores de TWA basados en irritación del tracto respiratorio superior o sensorial; estos valores no fueron ajustados por la continua exposición porque OEHHA considera que los terminales de irritación sensorial mediados por el trigémino son independientes de la duración de la exposición sobre la escala de tiempo de una hora, a menos que los datos lo indiquen de otra manera (OEHHA 2008). Sin embargo, por la Guía de la OEHHA REL (OEHHA 2008), si había poca participación del tracto respiratorio bajo o daño de tejido, el TLV fue ajustado a exposición continua.

Ajuste de la duración de la exposición: Valores Agudos

Los HGVs más agudos en la evaluación de SNAPS están destinados a ser protectores durante la exposición de 1 hora. Los valores de ACGIH STEL están destinados para exposiciones de 15 minutos y fueron ajustadas a exposiciones de 1 hora usando la Ley de Haber en la guía de la OEHHA (OEHHA 2008). La Ley de Haber establece que el producto de la concentración (C) y el tiempo de la exposición (T) requerido para producir un efecto fisiológico específico es igual al nivel constante o severidad de la respuesta (K), o $C * T = K$ (Rinehart and Hatch 1964). Cuando la duración de la exposición experimental o la duración del HGV difiere de la duración de la exposición deseada para cada nivel de exposición aguda está siendo calculado (en este caso 1 hora), una modificación en la Ley de Haber es usado para ajustar la duración de exposición experimental a la duración deseada del nivel de exposición agudo:

$$C^n * T = K$$

cuando n es un parámetro químico- específico mayor que cero (ten Berge et al. 1986). Cuando fue disponible, el valor n fue obtenido de la literatura. De otra manera, el valor por defecto de $n = 1$ por extrapolación de menos de 1 hora a 1 hora fue utilizado.

El ajuste de poblaciones sensibles: crónico y agudo

Los HGVs ocupacionales están destinados a proteger la población laboral, la cual es considerada una población más saludable comparada con la población en general, y son derivadas usando mínima (si alguna) UFs. Por lo tanto, en el evento que una ACGIH TLV de 8 horas TWA o ACGIH STEL fue seleccionado, fue ajustado a 300 si el POD subyacente estuviera basado en un estudio humano y si de 3,000 si estuviera basado en un estudio animal. El factor está comprendido de las intraespecies por defecto UF de 30 de la OEHHA para proteger las poblaciones sensibles (OEHHA 2008), una interespecie UF de 10 (si está basada en un estudio animal), y un remanente de 10 para poder tener en cuenta las incertidumbres tal como la duración del estudio, deficiencia de la base de datos, y el potencial de susceptibilidad de los niños.

4. Cuando el ajuste de un HGV agudo es menor que el HGV crónico

Para la vasta mayoría de los compuestos en el universo químico, el HGV agudo se espera que sea mayor que el HGV crónico, esto es, la dosis sin efecto es menor con mayor duración de exposición. Por lo tanto, en el evento que una HGV aguda provisional derivada por medio de un ajuste de una HGV existente fuera menor que el HGV crónico seleccionado, el HGV crónico fue utilizado en lugar de su HGV agudo provisional, la lógica vendría siendo que tal HGV provisional porta una mayor incertidumbre que un HGV crónico derivado tradicionalmente.

iv. Trayectoria 3: Desarrollo de un HGV provisional basado en el POD de un HGV existente

Los HGVs para duraciones de exposición crónicos y agudos fueron seleccionados como se describen arriba según las jerarquías relevantes y el juicio profesional (Trayectorias 1 y 2 de la Figura F.1; Tablas F.4 y F.6). Si un HGV clasificado de las Tablas F.4 y F.6 no se pudiera identificar, los datos de las fuentes no clasificadas (Tablas F.5 y F.7) fueron utilizados como punto de inicio para el desarrollo de los p-HGV de nivel de análisis. Si existe más de una fuente de datos disponible, el juicio profesional fue utilizado para seleccionar la fuente más apropiada. Los HGVs para los cuales POD pudieron ser identificados tomó prioridad.

El POD identificado de los datos fuente fue utilizado para derivar los p-HGV para ser utilizados en la evaluación de riesgo como se describe a continuación. Si el POD en el cual el HGV fue basado no se pudo identificar (por lo general debido a la falta de documentación accesible para el HGV), un p-HGV fue establecido basado en la inhalación HGV de una estructura análoga. (véase la Sección F.c.v Trayectoria 4: Selección de un HGV sustituto usando estructuras análogas a continuación).

Para cada POD seleccionado, lo siguiente fue identificado, cuando estaba disponible, de la documentación HGV:

- 1) El estudio crítico, incluyendo las especies en las cuales el estudio crítico fue conducido
- 2) Las concentraciones de exposición, ruta, continuidad, y duración del estudio crítico
- 3) Los efectos críticos
- 4) El POD para los efectos, incluyendo su tipo (nivel de efecto adverso no observado [NOAEL], nivel de efecto adverso más bajo observado [LOAEL], punto de referencia del nivel de la dosis, etc.)
- 5) Cualquier ajuste de continuidad al POD hecho por la agencia fuente (e.g., para ajustar por exposición no continua)
- 6) Cualquier concentración humana equivalente (HEC) ajuste al POD (e.g., ajuste por la proporción de dosis del gas regional)
- 7) Otros ajustes del POD, incluyendo los UFs

La selección del estudio crítico, efecto crítico, y POD no fueron re-evaluados, ni fueron los ajustes al POD para duración de exposición o determinación de HEC. Si no se aplicó ningún ajuste HEC por la agencia fuente al POD, OEHHA no hizo ningún ajuste de HEC y en lugar de eso aplicó las interespecies UF (UF_A) por defecto de la OEHHA de 10(OEHHA 2008).

El POD o POD_{HEC} fue ajustado con UFs según metodología de OEHHA REL (Tabla F.8) (OEHHA 2008) para derivar un nivel de análisis p-HGV. Los tipos de UFs que pueden ser utilizados son los siguientes:

- 1) UF_L - LOAEL UF (ajusta por la carencia de NOAEL en el estudio)
- 2) UF_S - UF sub-crónico (ajusta por la duración de la exposición en la derivación del REL crónico; no es aplicable para los RELs agudos)
- 3) UF_{A-k} - componente toxico-cinético de interespecies UF
- 4) UF_{A-d} - componente toxico-cinético de interespecies UF
- 5) UF_{H-k} - componente toxico-cinético de intraespecies UF
- 6) UF_{H-d} - componente toxico-cinético de intraespecies UF
- 7) UF_D - factor de deficiencia de la base de datos

Tabla F.8 Factore de incertidumbre por defecto posibles (UFs) utilizados en derivar niveles agudos, de 8 horas, y crónicos de Exposición de Referencia (RELs) (de OEHHA 2008)

Mètodo o Factor	Valores Utilizados		Tipos de REL
Factor de incertidumbre LOALEL (UF_L)			
Valores utilizados:	1	NOAEL o punto de referencia	A, 8, C
	6	LOAEL, efecto ligero	A
	10	LOAEL, efecto severo	A
	10	LOAEL, cualquier efecto	8, C
Factor de incertidumbre interespecies (UF_A)			
Valores utilizados para una combinaciòn interespecies $UF(UF_A)$:	1	observaciòn humana	A, 8, C
	$\sqrt{10}$	observaciòn animal en primates no humanos	
	10	donde ningùn dato està disponible de las diferencias toxico-cinéticas o toxico-dinámicas entre los humanos y los exámenes de especies no primates	

Método o Factor	Valores Utilizados		Tipos de REL
Valores utilizados en el componente toxico-cinético (UF_{A-k}) de la UF de interespecies:	1	donde los modelos de PBPK humano y animal son utilizados para describir diferencias interespecies	A, 8, C
	2	para diferencias toxico-cinéticas residuales en los estudios de especies no primates utilizando el acercamiento HEC o modelo DAF incompleto	
	$\sqrt{10}$	estudios de no primates con no químicos o datos cinéticos específicos a la especie	
Valores utilizados para el componente toxico-dinámico (UF_{A-d}) de la interespecie UF:	1	cuando los datos mecánicos animales y humanos describen totalmente las diferencias de interespecies. (Este no es probable de ser el caso.)	A, 8, C
	2	para las diferencias de sensibilidad residual donde hay algunos datos toxico-dinámicos	
	$\sqrt{10}$	los estudios de no primates con ningún dato en diferencias toxico-dinámicas de interespecies	
Factor de incertidumbre de intraespecies (UF_H)			
Valores utilizados para el componente toxico-cinético de las intraespecies $UF, (UF_{H-k})$ para intoxicantes sistémicos:	1	estudio humano incluyendo sub-poblaciones (e.g., infantes y niños)	A, 8, C
	1	donde un modelo PBPK incluyendo variabilidad inter-individual medida es utilizado	
	$\sqrt{10}$	para diferencias de sensibilidad residual donde se encuentran algunos datos toxico-cinéticos (e.g., modelos PBPK solo para adultos)	
	10	para permitir diversidad, incluyendo infantes y niños, sin datos de cinética humana	
Valores utilizados para el	1	Estudios humanos incluyendo las sub-poblaciones sensibles (e.g., infantes y niños)	A, 8, C

Método o Factor	Valores Utilizados		Tipos de REL
componente toxico-dinámico de las intraespecies UF, (UF _{H-d}):	√10	Estudios incluyendo estudios humanos con sujetos adultos normales solamente, pero ninguna razón para sospechar la sensibilidad adicional de niños	
	10	Sospecha de sensibilidad adicional de los niños (e.g., exacerbación del asma, neurotoxicidad)	
Factor de incertidumbre sub-crónico (UF _S)			
Valores utilizados:	1	Duración del Estudio > 12% de la vida estimada	C
	√10	Duración del Estudio 8-12% de la vida estimada	
	10	Duración del Estudio < 8% de la vida estimada	
Factor de deficiencia de la base de datos (UF _D)			
Valores utilizados:	1	Ninguna brecha de datos sustancial	A, 8, C
	√10	Brechas sustanciales de datos incluyendo, pero no limitadas a, toxicidad de desarrollo	

*8, ocho-horas REL; A, REL agudo; C, REL crónico, ajuste dosimétrico; HEC, concentración equivalente humana; LOAEL, nivel adverso más bajo observado; NOAEL, nivel de efecto adverso no observado; PBPK, modelización farmacocinética base fisiológica; REL, Nivel de Exposición de Referencia; UF, factor de incertidumbre

**"Toxico-dinámica" se refiere al proceso envuelto en la acción tóxica en el sistema, tejido o nivel celular. "Toxico-cinético" se refiere al proceso envuelto en la deposición, absorción, distribución, metabolismo y excreción de un compuesto.

***Los UFs individuales son aproximados después de la multiplicación, de manera que dos factores de √10 acumulativos a 10, pero uno es aproximado a 3.

****La tabla presenta valores sugeridos por defecto en situaciones particulares; estos pueden ser modificados en ambas direcciones por datos más específicos relacionados a la evaluación y poblaciones objetivo consideradas.

A. Selección del factor de incertidumbre LOAEL (UFL)

Como se presentó en la Tabla F.8, guía REL de la OEHHA (OEHHA 2008) provee los siguientes valores por defecto para el factor de incertidumbre LOAEL (UFL):

UFL = 1 si el NOAEL o punto de referencia es utilizado (aplica a RELs agudos, de 8 horas, y crónicos)

UFL = 6 si LOAEL para un efecto leve es utilizado (aplica a RELs agudos)

UFL = 10 si LOAEL para un efecto severo es utilizado (aplica a RELs agudos)

$UF_L = 10$ si LOAEL para un cualquier efecto es utilizado (aplica a RELs de 8 horas y crónicos)

Por ejemplo, si el POD para un HGV agudo es un LOAEL de irritación de los ojos, un UF_L de 6 puede ser utilizado si la irritación es leve y observada solo en una fracción de los sujetos, mientras que un UF_L de 10 puede ser utilizado si la irritación es severa y/o irritación es observada en todos los sujetos.

B. La selección del componente toxico-cinético de las intraespecies UF (UF_{H-k})

La OEHHA aplica un valor de UF_{H-k} de 10 por defecto por gases que actúen sistémicamente, y para partículas que envuelvan exposición sistémica por vía de disolución y absorción en el pulmón o vía el tracto gastro-intestinal (OEHHA 2008). Los gases que actúan únicamente en el portal de entrada (i.e., pulmón o tracto respiratorio superior para intoxicantes inhalados) sin involucrar la activación metabólica u otro proceso cinético complejo utiliza un UF_{H-k} de $\sqrt{10}$ (OEHHA 2008).

C. Selección del componente toxico-dinámico de la intraespecie UF(UF_{H-d})

El UF_{H-d} es el componente toxico-dinámico de las intraespecies UF y está pensado para se refiera a la variabilidad humana en la acción toxico-dinámica de un compuesto. La edad es un factor que contribuye a la variabilidad farmaco-dinámica, la cual puede ser parcialmente explicada por los cambios en los niveles de receptor (y funciones) durante el curso de desarrollo (OEHHA 2008). OEHHA usa un valor por defecto de $\sqrt{10}$ for UF_{H-d} ; sin embargo, para ciertos puntos terminales, hay evidencia que la diferencia entre los infantes y los niños y adultos pueden ser mayores. Estas terminales incluyen neurotoxicidad y nexo causal o exacerbación del asma. Un valor de 10 para UF_{H-d} fue de esta manera utilizado si uno o más de las condiciones siguientes se cumplen:

- 1) Neurotoxicidad era el punto terminal crítico
- 2) Neurotoxicidad y el punto terminal crítico ocurrían a concentraciones de exposición similares
- 3) El compuesto induce o exagera el asma
- 4) Los efectos observados alrededor de POD (puntos terminales críticos y no críticos) pueden ser anticipados a afectar niños diferencialmente (e.g., desarrollo óseo alterado)

D. Selección del factor de incertidumbre de la base de datos (UF_D)

Una revisión de base de datos de la literatura de toxicología para cada compuesto estaba fuera del ámbito de esta evaluación. De ahí que, la selección del valor de UF_D fue basada en lo siguiente:

- Evaluación de la base de datos por otras entidades (e.g., evaluación por US EPA de la base de datos en la documentación IRIS);
- Conocimiento sobre la base de datos fue obtenida de la revisión de tales documentos así como de otras evaluaciones (e.g., Organización para Cooperación Económica y Desarrollo de un Dataset de Información para Análisis); y
- Juicio Profesional.

Los tipos de estudios que comúnmente faltantes en las bases de datos y representan una brecha sustancial de datos (por lo tanto justificando un UF_D de $\sqrt{10}$) incluye estudios de toxicidad de desarrollo adecuada (idealmente en dos especies y por medio de la vía de inhalación). Sin embargo, la información de estudios de desarrollo oral pueden ser utilizados para llenar esas brechas de datos.

E. Evaluación del factor de incertidumbre acumulativo ($UF_{\text{acumulativo}}$)

En el desarrollo de REL, la OEHHA típicamente limita los valores UF acumulativos a no más de 3,000, ya que valores de $> 3,000$ son generalmente tomados para indicar que los datos de fuentes son insuficientes para apoyar la derivación del REL (OEHHA 2008). Sin embargo, para esta evaluación de riesgo de la salud a nivel de análisis, un máximo valor de UF acumulativo de 10,000 fue adoptado. En el evento de que un UF acumulativo fuera $> 10,000$, un UF acumulativo de 10,000 fue aplicado a POD para derivar el valor provisional.

F. Cuando un HGV agudo provisional desarrollado es menor que el HGV crónico

En el evento que el HGV agudo provisional desarrollado por aplicación de OEHHA UFs a un POD de una HGV existente fuera menor que el HGV crónico seleccionado, el HGV crónico fue utilizado en lugar de este HGV agudo provisional.

v. Trayectoria 4: Selección de un HGV sustituto usando análogos estructurales.

Para algunos HGVs crónicos y agudos no cancerígenos, documentación para un HGV no estaba disponible o era limitada, impidiendo un completo entendimiento de la derivación del HGV. La documentación era considerada limitada si no identifica parámetros de evaluación de riesgos clave (e.g., POD, estudio crítico, punto terminal crítico, factores de incertidumbre) o provee información fundamental de la fuente (e.g., OEL). Si la documentación estaba ausente o limitada, entonces un acercamiento sustituto fue utilizado para determinar un p-HGV. Sin embargo, este acercamiento no fue aplicado a los metales (compuestos elementales) ya que metales similares pueden variar significativamente en toxicidad, y hasta la toxicidad del mismo metal puede variar significativamente dependiendo de su estado de oxidación (Egorova and Ananikov 2017).

La suposición básica cuando se está utilizando sustitutos estructurales es que cada estructura del químico imparte propiedades que se relacionan con la actividad del químico. Relaciones entre la actividad estructural han sido utilizadas por largo tiempo en las evaluaciones de riesgo y están basadas en la observación de que los químicos que presentan una estructura

similar también comparten metabolitos de estructuras similares, actúan en los mismos sitios objetivos y a través de los mismos modelos de acción, y de esta manera exhiben toxicidad similar. En esta metodología, cuando no se puede encontrar un HGV apropiado o no está disponible mediante las Trayectorias 1-3 (Figura F.1), los análogos estructurales de un químico pueden ser identificados y los HGVs correspondientes pueden ser considerados.

Los análogos estructurales del compuesto objetivo fueron identificados utilizando el Tablero Químico US EPA Comp Tox, el cual identifica los químicos que coinciden con el químico objetivo con una métrica similar Tanimoto de $> 0,8$ (calculada con el Cartucho de Búsqueda Molecular de Bingo con huellas Indigo Asociadas)(US EPA 2020a; Williams et al. 2017). El Tablero Químico US EPA Comp Tox fue analizado para compuestos similares con ajuste por defecto.

Los resultados de Búsqueda (en la forma de Número de Registro del Chemical Abstracts Services [CAS RN]) fueron ingresados en la función de búsqueda de Serie del Tablero Químico de US EPA. Para identificar los HGVs clasificados (Tablas F.4 y F.6) para los análogos, Datos Químicos fueron descargados a Excel con presencia en los siguientes listados como los datos de los campos a ser descargados:

- Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental
- EPA: Químicos IRIS
- EPA: PPRTV Reporte Químico
- ATSDR: Niveles de Riesgos Mínimos (MRLs) para Sustancias Peligrosas

La lista de CAS RN fue también comparada a las listas de CAS RN para las cuales hay valores HEAST, valores TCEQ ReV (en el Sistema de Monitoreo del Aire de Texas [TAMIS] Interfase en Línea, y ACGIH TLVs (ACGIH 2019; TCEQ 2020; US EPA 1997).

El análogo con el puntaje de similitud más elevado y uno o más HGVs de las fuentes clasificadas listadas arriba fue elegido como el sustituto. El HGV de clasificación más alta (según las clasificaciones de las Tablas F.4 y F.6) para este análogo fue seleccionada y ajustada según la descripción en las Tablas F.4 y F.6. Si el químico objetivo tenía dos o más análogos con puntajes esencialmente similares (e.g., 0,93 -0,94) y HGVs clasificados, el análogo con el valor más alto de clasificación fue seleccionado como químico sustituto y su HGV de mayor clasificación fue seleccionado y ajustado como se describe en las Tablas F.4 y F.6. Si un químico objetivo tuviera dos o más análogos con puntajes de similitud idénticas y HGVs clasificados *equivalentemente* (e.g., dos compuestos con puntajes de similitud idéntica ambos tienen RELs Agudos de OEHHHA), entonces la media geométrica de estos HGVs clasificados *equivalentemente* fue utilizada.

d. Identificación Carcinogénica

Un número de cuerpos autoritativos evalúa los compuestos por su potencial de causar cáncer (carcinogenicidad). Estos incluye la OEHHHA (vía la Proposición 65), La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC), La US EPA, y el Programa Nacional de Toxicología de Los

Estados Unidos (NTP) del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos (IARC 2021; NTP 2016; OEHHA 2020d, n.d.; US EPA 2020c, 2021). Un mecanismo por medio del cual los compuestos son listados a través de la Proposición 65 como conocidos en el estado de causar cáncer es si uno de los siguientes cuerpos autoritativos designados identifica el compuesto como carcinogénico: IARC, US EPA, NTP, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (US FDA), y NIOSH (OEHHA n.d.).

Muchos de estos cuerpos autoritativos clasifican los compuestos evaluados basados en el peso de la evidencia de carcinogenicidad (e.g., posible, probable, conocida, etc.). Para propósitos de esta evaluación de riesgo de SNAPS, los compuestos fueron identificados como carcinógenos si eran clasificados por uno o más de estos cuerpos autoritativos como sigue:

- La Proposición 65 de California: listado como conocido al estado por causar cáncer
- IARC: categorizado como carcinogénico a los humanos (Grupo 1); probablemente carcinogénico a los humanos (Grupo 2A); o posiblemente carcinogénico a los humanos (Grupo 2B)
- US EPA IRIS: categorizado por la vía de inhalación como carcinogénico para los humanos; probablemente sea carcinogénico para los humanos; evidencia sugestiva de ser potencialmente carcinogénico (Guías de 2005); o Grupo A (Carcinogénico para Humanos), Grupo B (Probablemente Carcinogénico para los Humanos), o Grupo C (Posiblemente Carcinogénico para Humanos) (Guías de 1986) (US EPA 2021)
- NTP: categorizado como conocido de ser carcinógeno para el humano, razonablemente anticipado a ser un carcinógeno humano

i. Selección de HGVs de Cáncer debido a Inhalación

Una acercamiento de clasificación fue utilizado para identificar el valor potencia del cáncer más apropiado para cada carcinógeno. Como se presentan en la Tabla F.9, IUR o CPFs desarrollados por la OEHHA generalmente tomaron prioridad. En la ausencia de OEHHA IUR o CPF, los valores de las entidades que no sean OEHHA fueron seleccionadas de acuerdo a la jerarquía de la Tabla F.9 y juicio profesional. Evaluación y ajuste de los valores no-OEHHA estaba fuera del ámbito de esta evaluación. Si no hubieran HGVs disponibles de la Tabla F.9, entonces las fuentes listadas en la Tabla F.10 fueron utilizados para identificar otros HGVs potenciales provisionales.

Tabla F.9 Jerarquía de los valores de potencia del cáncer por inhalación (CPFs).

Rango	Fuente	Descripción	Referencias
1	OEHHA	IUR o CPF (del programa Hot Spots, Proposición 65 Nivel de Riesgo No Significativo [NSRL], o el estudio de PHG basados en el cáncer por inhalación)	https://oehha.ca.gov/chemicals
2	US EPA	IRIS IUR	https://iris.epa.gov/AtoZ/?list_type=alpha
3	US EPA	PPRTV IUR	https://www.epa.gov/pprtv/provisional-peer-reviewed-toxicity-values-pprtvs-assessments
4	OEHHA	PHG (punto terminal de cáncer derivado de estudio de no inhalación)	https://oehha.ca.gov/water/public-health-goals-phgs
5	US EPA	HEAST IUR o Factor de Pendiente de Inhalación	https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recorddisplay.cfm?deid=2877

Tabla F.10 Ejemplos de posibles fuentes de datos para los valores de potencia del cáncer por inhalación (CPFs). Las fuentes de datos no están clasificadas.

Tipo de Valor	Fuente	Descripción	Referencias
Agencias Estatales	Departamento de Salud de Minnesota	Valor guiador del aire para el cáncer	https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/guidance/air/table.html https://public.tableau.com/profile/mpca.data.services#!/vizhome/Airtoxicityvalues/Airtoxicityvalues
	TCEQ	IUR	https://www.tceq.texas.gov/toxicology/dsd/final ; https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm ; literatura publicada

Tipo de Valor	Fuente	Descripción	Referencias
Acercamiento sustituto	-	Según el juicio profesional, utilizar HGV de inhalación para químicos similares con ajuste de peso molecular	-
Valores Orales	US EPA IRIS	Factor de pendiente oral de IRIS, Unidad de Riesgo para el agua potable de IRIS	https://iris.epa.gov/AtoZ/?list_type=alpha
	US EPA PPRTV	Factor de Pendiente Oral	https://www.epa.gov/pprtv/provisional-peer-reviewed-toxicity-values-pprtvs-assessments
	US EPA HEAST	Factor de Pendiente Oral	https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=2877

e. Referencias

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). 2015. Operations Manual of the Threshold Limit Values for Chemical Substances Committee.

<https://www.acgih.org/tlv-bei-guidelines/policies-procedures-presentations/tlv-bei-committee-operations-manuals> [accessed 09 September 2020].

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). 2019. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th Ed. .

<https://portal.acgih.org/s/store#/store/browse/detail/a154W00000BOahsQAD> [accessed 3 May 2021].

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). 2020. TLV(R) Chemical Substances Introduction. <https://www.acgih.org/tlv-bei-guidelines/tlv-chemical-substances-introduction> [accessed 09 September 2020].

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). n.d. Store. TLV and BEI Documentation.

<https://portal.acgih.org/s/store#/store/browse/cat/a0s4W00000g02f8QAA/tiles> [accessed 20 Aug 2021].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2018a. Minimal Risk Levels (MRLs) – For Professionals. <https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.html> [page last reviewed 21 June 2018; accessed 20 July 2021].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2018b. Minimal Risk Levels (MRLs). <https://www.atsdr.cdc.gov/minimalrisklevels/index.html> [page last reviewed 4 June 2018; accessed 24 August 2020].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2021. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances. MRL List. <https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx> [page last reviewed 29 July 2021; accessed 20 August 2021].

California Code of Regulations. 1986. Title 27. Environmental Protection. Division 4. Office of Environmental Health Hazard Assessment. Chapter 1. Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act of 1986. Article 8. NO Observable Effect Levels §25801-§25803, §25821. [https://govt.westlaw.com/calregs/Browse/Home/California/CaliforniaCodeofRegulations?guid=I51672540D45011DEA95CA4428EC25FA0&originationContext=documenttoc&transitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)&bhcp=1](https://govt.westlaw.com/calregs/Browse/Home/California/CaliforniaCodeofRegulations?guid=I51672540D45011DEA95CA4428EC25FA0&originationContext=documenttoc&transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&bhcp=1) [accessed 11 September 2020].

California Health and Safety Code §901 2000.

https://oehha.ca.gov/media/health_saf._code_ssss_900-901.pdf [accessed 24 August 2020].

California Health and Safety Code Division 26. 1987. Air Resources [39000-44474]. Part 6. Air Toxics "Hot Spots" Information and Assessment [44300 - 44394]. Chapter 4. Risk Assessment [44360 - 44366]

http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displayText.xhtml?lawCode=HSC&division=26.&title=&part=6.&chapter=4.&article= [accessed 11 September 2020].

California Health and Safety Code Division 37. 1993. Regulation of Environmental Protection [57000-57020]

http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displaySection.xhtml?lawCode=HSC§ionNum=57003 [accessed 24 August 2020].

California Safe Drinking Water Act. 1996. Health and Safety Code section 116365.

https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displaySection.xhtml?lawCode=HSC§ionNum=116365 [accessed 16 August 2020].

Chou C, Holler J, De Rosa C. 1998. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances. *Technol Environ Toxicol & Occup Med* 7(1):1-24.

ECOS-DoD Suitability Work Group. 2007. Identification and Selection of Toxicity Values/Criteria for CERCLA and Hazardous Waste Site Risk Assessments in the Absence of IRIS values. <https://www.ecos.org/documents/risk-assessment-identification-and-selection-of-toxicity-valuescriteria-for-cercla-and-hazardous-waste-site-risk-assessments-in-the-absence-of-iris-values/> [accessed 26 August 2020].

Egorova KS, Ananikov VP. 2017. Toxicity of Metal Compounds: Knowledge and Myths. *Organometallics* 36(21):4071-4090.

IARC (International Agency for Research on Cancer). 2021. List of Classifications: Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1-129. Last updated 2021-03-26 09.00am (CEST). <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications> [accessed 6 May 2021].

NTP (National Toxicology Program). 2016. Report on Carcinogens, Fourteenth Edition. Research Triangle Park, NC: United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health. <https://ntp.niehs.nih.gov/go/roc14> [accessed 26 February 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2001. Proposition 65. Process for Developing Safe Harbor Numbers. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/cnr/2001safeharborprocess.pdf> [accessed 26 August 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2008. Technical Support Document for the Derivation of Noncancer Reference Exposure Levels. Oakland, CA: Air Toxicology and Epidemiology Branch, OEHHA, <https://oehha.ca.gov/air/cnr/notice->

[adoption-air-toxics-hot-spots-program-technical-support-document-derivation](#) [accessed 23 March 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2009. Technical Support Document for Cancer Potency Factors: Methodologies for derivation, listing of available values, and adjustments to allow for early life stage exposures.

<https://oehha.ca.gov/media/downloads/cnr/tsdcancerpotency.pdf> [accessed 02 September 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2010. Risk Assessment for School Sites- Child-Specific Reference Doses (chRDs). <https://oehha.ca.gov/risk-assessment/general-info/risk-assessment-school-sites-child-specific-reference-doses-chrds> [accessed 24 August 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2020a. Public Health Goals (PHGs). <https://oehha.ca.gov/water/public-health-goals-phgs> [accessed 16 August 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2020b. Chemical Databases. <https://oehha.ca.gov/node/11208> [accessed 16 August 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2020c. Air. <https://oehha.ca.gov/air> [accessed 16 August 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2020d. The Proposition 65 List [updated 19 March 2021]. <https://oehha.ca.gov/proposition-65/proposition-65-list> [accessed 6 May 2021].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). n.d. How chemicals are added to the Proposition 65 list <https://oehha.ca.gov/proposition-65/how-chemicals-are-added-proposition-65-list> [accessed 27 April 2021].

Rinehart WE, Hatch T. 1964. CONCENTRATION-TIME PRODUCT (CT) AS AN EXPRESSION OF DOSE IN SUBLETHAL EXPOSURES TO PHOSGENE. Am Ind Hyg Assoc J 25:545-553.

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2015. TCEQ Guidelines to Develop Toxicity Factors. https://www.tceq.texas.gov/assets/public/comm_exec/pubs/rg/rg-442.pdf [accessed 26 August 2020].

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2020. Welcome to the Texas Air Monitoring Information System (TAMIS) Web Interface. <https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm?fuseaction=home.welcome> [accessed 26 August 2020].

ten Berge WF, Zwart A, Appelman LM. 1986. Concentration—time mortality response relationship of irritant and systemically acting vapours and gases. *Journal of Hazardous Materials* 13(3):301-309.

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1990. Interim Methods for Development of Inhalation Reference Doses (U.S. EPA, 1990, EPA/600/8-88/066F, NTIS PB90-145723). <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockkey=30001HFD.PDF> [accessed 31 August 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1994. Methods for Derivation of Inhalation Reference Concentrations and Application of Inhalation Dosimetry. EPA/600/8-90/066F. October 1994. https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-11/documents/rfc_methodology.pdf [accessed 21 August 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1997. Health Effects Assessment Summary Tables FY 1997 Updates. EPA-540-R-97 036, PB97-921199, July 1997. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=2877> [accessed 24 August 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2002. A Review of the Reference Dose and Reference Concentration Processes. EPA/630/P-02/002F <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/rfd-final.pdf> [accessed 21 August 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2011. Integrated Risk Information System (IRIS) Glossary. https://ofmpub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/glossariesandkeywordlists/search.do?details=&glossaryName=IRIS%20Glossary#formTop [accessed 02 September 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2020a. Comptox Chemistry Dashboard. <https://comptox.epa.gov/dashboard> [accessed 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2020b. Basic Information About Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values (PPRTVs). <https://www.epa.gov/pprtv/basic-information-about-provisional-peer-reviewed-toxicity-values-pprtvs> [accessed 21 August 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2020c. Integrated Risk Information System. <https://www.epa.gov/iris> [accessed 21 August 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2020d. Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values (PPRTVs). <https://www.epa.gov/pprtv> [last updated 20 August 2020; accessed 21 August 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2020e. Basic Information about the Integrated Risk Information System. <https://www.epa.gov/iris/basic-information-about-integrated-risk-information-system> [accessed 21 August 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2021. Risk Assessment for Carcinogenic Effects Last updated April 7, 2021. <https://www.epa.gov/fera/risk-assessment-carcinogenic-effects> [accessed 27 April 2021].

Williams AJ, Grulke CM, Edwards J, McEachran AD, Mansouri K, Baker NC, et al. 2017. The CompTox Chemistry Dashboard: a community data resource for environmental chemistry. J Cheminform 9(1):61.

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

G. Métodos de Evaluación de Riesgo

Este anexo incluye una breve introducción a los Valores Guiadores de Salud (HGVs), describe los componentes de la evaluación de la exposición (incluyendo la vía de exposición, requisitos de la frecuencia de detección (DF) para la inclusión de un compuesto en el análisis, hipótesis sobre la respirabilidad de las partículas y el porcentaje de cromo hexavalente [CrVI] en el total de la particulada suspendida [TSP], la frecuencia de exposición, la duración de la exposición y las tasas de la respiración), los métodos de cálculo de riesgos cancerígenos y no cancerígenos, y una lista de las evaluaciones de riesgo revisadas en la elaboración de esta evaluación.

a. Identificación de Riesgos

i. Selección y Ajuste de los Valores Guiadores de Salud (HGVs) de los compuestos detectados

La evaluación de riesgo para la salud humana se utiliza para caracterizar el potencial efecto tras la exposición a contaminantes químicos. Al evaluar las exposiciones, es típico utilizar los valores guías de salud (HGVs) para cada compuesto, según corresponda, para evaluar los posibles impactos en la salud tras una exposición específica a corto (agudo) o largo plazo (crónico). Un HGV es un nivel de exposición química (por ejemplo, una concentración en el aire o en el agua) que probablemente represente un riesgo poco o nada apreciable para la salud humana. En general, los HGV se basan en el más sensible y relevante efecto en la salud, notificado en estudios toxicológicos o epidemiológicos. Un HGV se deriva de un punto de partida (POD), como un nivel de exposición en un experimento con animales o un estudio epidemiológico en el cual, ningún efecto (o al menos efectos mínimos) son observados, o una dosis de referencia (una estimación estadística de una dosis con una tasa de respuesta baja). La extrapolación de este POD a un HGV para la población humana meta se realiza generalmente mediante factores de incertidumbre (UF). Los HGV y las estimaciones de la exposición (que pueden proceder de los datos de monitoreo de aire) se utilizan para expresar el riesgo para la salud como cociente de peligrosidad (HQ) para los efectos no cancerígenos o como riesgo de cáncer a lo largo de la vida (es decir, la probabilidad de que un individuo desarrolle cáncer a lo largo de su vida) para cada compuesto. Los HQ relacionados al mismo órgano objetivo, meta final o modo de acción pueden sumarse para obtener un índice de peligro (HI) para los efectos no cancerígenos, y los valores individuales de riesgo de cáncer de los compuestos pueden sumarse para obtener un riesgo acumulado de cáncer a lo largo de la vida.

Los HGV son una parte crítica de una evaluación de riesgo; sin embargo, la derivación de un HGV según la metodología de la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental (OEHA) no es posible para todos los compuestos de interés debido a la falta de datos y/o a

la limitación de tiempo y recursos. Adicionalmente, en particular para algunos compuestos con toxicidad potencialmente baja (basado en la relación estructura-actividad u otras entidades HGVs) y/o exposición limitada, el uso de HGVs provisionales (p-HGVs) es un uso de tiempo y recursos más eficiente que algunos de las derivaciones de HGVs tradicionales, y puede que no altere las conclusiones de la evaluación. *de novo*

Por consiguiente OEHHA desarrolló la metodología para seleccionar y ajustar HGVs existentes más allá de aquellos adoptados por el Estado para la evaluación de riesgo de salud por inhalación para establecer p-HGVs y realizar evaluaciones de riesgo en nivel de detección (véase el Anexo F para más detalles).

b. Evaluación de la Exposición

i. Vía de exposición - Inhalación

El objetivo de esta evaluación de la exposición era estimar la exposición de inhalación de las personas en Lost Hills usando el Estudio de aire en Vecindarios cerca de Fuentes de Petróleo (SNAPS) datos del monitoreo de aire. Aunque la exposición desde caminos de no-inhalación (por ejemplo, absorción dérmica o ingestión de agua contaminada, alimento, suelo, o polvo) pueda contribuir al riesgo acumulativo para algunos compuestos (por ejemplo, metales), la evaluación de los mismos estaba fuera del alcance de la evaluación de riesgo. Una evaluación de riesgo reciente para el área circundante Inglewood Oil Field en Los Angeles estimó que la exposición de inhalación fue el más grande contribuidor de riesgo de cáncer en Oil Field en comparación de otros caminos modelados (MRS 2020).

ii. Requisitos de la frecuencia de la detección (DF) para su inclusión en el análisis

En esta evaluación, compuestos fueron excluidos de las evaluaciones de cáncer, agudas no cancerosas, y crónicas no cancerosas si no se detectaron. De acuerdo a la guía de evaluación de riesgos para el superfondo de la EPA, "las sustancias químicas que se detectan con poca frecuencia pueden ser artefactos en los datos debido a problema de muestreo, analíticos o de otro tipo" y recomienda "considerar la sustancia química como candidata a ser eliminada de la evaluación cuantitativa de riesgo si: (1) se detecta con poca frecuencia en uno o quizás dos medios ambientales, (2) no se detecta en ningún otro medio muestreado o en altas concentraciones, y (3) no hay razón para creer que la sustancia química pueda estar presente" (US EPA 1989). EPA de EE.UU. sugiere un límite de DF del 5% como forma de realizar este escrutinio (US EPA 1989) Para las evaluaciones de riesgo para el cáncer y crónicas no cancerosas, los compuestos fueron excluidos si en ellos sólo se detectaron en cada 20-50 muestras (muestreo discreto), o si tuvieron un DF de menos del 5% para esos compuestos medidos por hora (hidrocarburos de tiempo real). Este requisito DF no solamente aborda el potencial por artefactos en los datos, sino también el hecho que la detección poco frecuente no apoya un supuesto de exposición crónica. En contraste, todos los compuestos detectados fueron retenidos en la evaluación de agudas no cancerosas

independientemente de DF como un enfoque de protección de salud que asume que todas las detecciones potenciales son válidas.

iii. Suposiciones

Para estimar las exposiciones, un número de suposiciones de protección de salud fueron hechas respecto al comportamiento humano y las concentraciones de aire. Se asumió que el aire exterior en el sitio de monitoreo estacionario representaba las concentraciones de aire experimentadas por la gente en Lost Hills. La realidad es que la calidad de aire en el sitio de monitoreo estacionario no es necesariamente el mismo que en otras áreas de Lost Hills, que la gente pasaba tiempo adentro de vehículos y edificios y en sus ambientes de trabajo, y que la gente puede pasar tiempo afuera de Lost Hills. Sin embargo, las suposiciones de protección de salud hechas acerca el comportamiento del receptor y las concentraciones de aire son apropiadas para una evaluación en nivel de detección de los riesgos de salud por el ambiente del aire.

1. Se asume que el 100% de las partículas totales en suspensión son respirables

Partículas totales en suspensión (TSP) fueron analizadas por contenido metálico. TSP es conformado por partículas de diversos diámetros, una fracción de estos puede ser considerado respirable, eso es, si es lo suficientemente pequeño para ser inhalado e ingresar en las vías respiratorias. Para propósitos de este reporte, OEHHA define la fracción respirable de TSP como materia particulada (PM) con un diámetro de menos de 10 μm , también conocido como PM₁₀. Debido a que PM₁₀ no fue medido en Lost Hills, la fracción exacta del TSP colectado que corresponde a PM₁₀ es desconocido. No obstante, OMNI y DRI (1989) determinó distribuciones del tamaño de las partículas en muestras del aire ambiente de diferentes tipos recogidas en diversas partes de California (aunque la mayoría de las muestras fueron recogidas en el Valle de San Joaquin). Estas muestras incluyen emisiones de camiones de diesel, emisiones de buses de tour de ski (Mammoth Lakes), emisiones de combustión de petróleo crudo de campo, emisiones de quema de campos, emisiones de lechería/ganadería, y emisiones de combustión de madera en residenciales (este último simulado en el laboratorio). PM₁₀ comprende un estimado del 84% de TSP, con una media geométrica del 81%, y una mediana del 94%. Así, es razonable y protege salud el asumir que la totalidad del TSP en el cual metales fueron medidos eran respirables (PM₁₀).

2. Asumiendo que el 1% del Cromo Total era Cromo Hexavalente (CrVI)

El cromo está presente en el medio ambiente en múltiples estados de valencia que tienen efectos muy distintos sobre la salud. En este estudio se midió el cromo total en las muestras TSP. La exposición humana al cromo sucede desde fuentes naturales y antropogénicas (ATSDR 2012). El cromo se presenta naturalmente en la corteza terrestre, por tanto la fuente principal de exposición es el polvo continental (ATSDR 2012). Las liberaciones antropogénicas comprenden del 60-70% del total de emisiones de cromo atmosférico (ATSDR 2012). El cromo se presenta en la atmósfera principalmente en forma de partículas (ATSDR 2012). El cromo total comprende de cromo en diversos estados de valencia, siendo

los más grandes cromo trivalente (CrIII) y cromo hexavalente (CrVI). En la naturaleza el cromo aparece como CrIII, mientras que CrVI raramente aparece naturalmente y usualmente es producido por fuentes antropogénicas (ATSDR 2012). Se cree que alrededor de un tercio de las liberaciones atmosféricas son CrVI (ATSDR 2012).

CrVI tiene una mayor toxicidad que CrIII, y está enlistado por la Proposición 65 de California como causante de Cáncer, toxicidad para el desarrollo, toxicidad para la reproducción femenina, y toxicidad para la reproducción masculina (OEHHA n.d.). Por tanto las cantidades relativas de CrIII contra CrVI son importantes. Debido a que las cantidades de CrIII contra CrVI no fueron determinadas en este estudio, la composición relativa del total de cromo es desconocida y debe ser estimada. OEHHA determinó que un supuesto del 1% CrVI y 99% CrIII era razonable basado en las siguientes líneas de evidencia.

- Posiblemente no hay fuentes industriales de CrVI en el vecindario de Lost Hills.
 - Proyecto de ley de la Asamblea (AB) 2588 exige que las instalaciones reporten las emisiones de CrVI. En 2019 (datos para el 2020 aún no están disponibles) la única amenidad del condado de Kern dentro de 10 millas de Lost Hills con emisiones reportadas no cero fue Liberty Composting Inc. en 12421 Holloway Road, con una emisión reportada de 0.0041 lb/año (CARB 2019). Las instalaciones están aproximadamente a 9 millas de la ubicación del remolque de monitoreo. La distancia y tasa baja de emisión hace improbable que esta amenidad contribuya sustancialmente a los niveles de CrVI en Lost Hills.
 - Mientras el cromo pueda que sea usado en lodos de perforación, esta no es una fuente conocida de CrVI atmosférico (ATSDR 2012). Cromo no fue identificado en la divulgación de estímulos de pozos para el periodo de monitoreo (Búsqueda realizada el 14/10/20) (CalGEM 2021).
- El análisis de concentración de metales por velocidad de viento, coeficientes correlacionados, y factores de enriquecimiento (Anexo J, sección c) sugiere que el cromo en el aire de Lost Hills está relacionado a la corteza terrestre (suelo/ polvo llevado por el viento) en vez de una fuente antropogénica. CrVI es raramente calculado arriba del límite de detección en el monitor de aire más cercano de la red del estado (5558 California Ave, Bakersfield; CARB 2021). En los primeros tres meses del 2020 (los datos más recientes en iADAM), CrVI estaba por debajo de los límites de detección de 0.043 ng/m³. En 2019, el 90^{simo} percentil de concentración estaba por debajo del límite de detección (0.043 ng/m³), lo que significa que CrVI fue detectado en no más del 10% de las muestras de ese año. La concentración máxima registrada en 2019 fue de 0.08 ng/m³. En 2018, el 90^{simo} percentil fue un poco arriba del límite de detección de 0.02 ng/m³ por 0.04 ng/m³, con un máximo de 0.07 ng/m³. En 2017, el 90^{simo} percentil fue al límite de detección de 0.06 ng/m³, lo cual significa que no más del 10% de las muestras fueron registradas arriba del límite de detección. El valor máximo medido fue de 0.16 ng/m³.

- El valor máximo en 2019, junto con el total de datos de cromo del monitor de Bakersfield, pueden ser usados para estimar el máximo teórico de concentración de CrVI en Bakersfield en 2019 (máximo CrVI/mínimo total de cromo). El nivel mínimo de cromo total detectado en 2019 fue por debajo del límite de detección de 8.51 ng/m³. Para no equivocarse en el porcentaje de CrVI minimizando el denominador, se puede asumir que el cromo total era la mitad del límite de detección o 4.255 ng/m³. El valor máximo de CrVI de 0.08 ng/m³ detectado en 2019 representa ~2% de este cromo total. El extremo inferior del porcentaje de CrVI que representa el nivel máximo de CrVI puede estimarse comparando el valor máximo de CrVI de 0.08 ng/m³ con el cromo total máximo medido en 2019 (14 ng/m³); el CrVI representa ~0,6% de dicho total. Así, el CrVI se detectó en no más del 10% de las muestras en 2019, con un porcentaje máximo de CrVI de aproximadamente el 2%.
- El análisis de los materiales de referencia estándar (SRM) de PM del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología para PM urbana (SRM 1648) y PM de diésel (SRM 1650) mediante espectroscopia de estructura fina de absorción de rayos X indica que el cromo en ambos SRM es superior al 95% de CrIII y podría ser el 100%, por lo que el CrVI es inferior al 5% (Huggins et al. 2000).

Dada esta información, y la falta de fuentes conocidas de CrVI cerca de Lost Hills, es razonable asumir que el 1% del cromo total medido en Lost Hills era CrVI.

iv. Frecuencia de exposición, duración y frecuencia de respiración

1. Cáncer

Exposición de por vida

La guía de la OEHHA establece que se requiere una duración de la exposición de 70 años (a lo largo de la vida) para estimar el riesgo en la población y, por ende, se utilizaron 70 años como duración de la exposición en esta evaluación (OEHHA 2015). Esta es una suposición para proteger la salud, ya que toma en consideración que algunos residentes vivan toda su vida en Lost Hills.

Frecuencia Respiratoria

La exposición por inhalación es una función de la frecuencia respiratoria, la frecuencia/duración de la exposición y la concentración de una sustancia en el aire (OEHHA 2015). Para la exposición residencial, las frecuencias respiratorias se determinan para grupos de edad específicos. En la evaluación del cáncer, se calculó la dosis de inhalación para cada uno de los siguientes grupos de edad: tercer semestre, 0<2 años, 2<16 años y 16-70 años. Las agrupaciones específicas por edad son necesarias para utilizar de manera adecuada los factores de sensibilidad por edad (FSE) para la evaluación del riesgo de cáncer. Para proteger la salud, las directrices de la OEHHA recomiendan que las evaluaciones de nivel 1 (nivel de revisión), como en esta evaluación SNAPS, utilicen la estimación puntual más alta (es decir, los 95^{vos} percentiles) de las tasas de respiración para evitar subestimar el riesgo de

cáncer para el público, incluidos los niños. Por lo tanto, se utilizaron frecuencias respiratorias del percentil ⁹⁵ para los grupos de edad relevante de la Tabla 5.6 de la guía (OEHHA 2015) de puntos de conflicto.

2. Sin Cáncer

Aguda - Exposición de 1 hora

Las exposiciones agudas se definieron como cuando un individuo respira aire exterior de forma continua durante 1 hora o 24 horas mientras las concentraciones de los compuestos están en su máxima concentración medida (concentración máxima en el aire). En esta evaluación, las concentraciones máximas en el aire se basan en una muestra de 1 hora o en una muestra 24 horas, dependiendo de la disponibilidad de los datos de muestreo y de la duración prevista del HGV correspondiente (Anexo I, Tabla I.2). En el anexo J, sección b, se presenta un análisis más detallado de las comparaciones entre muestras de 24 horas y los HGVs. El benceno, tolueno y sulfuro de hidrógeno se midieron/detectaron tanto por muestreo en tiempo real como por muestreo discreto; en general, en este análisis se utilizaron los resultados en tiempo real, ya que representan un promedio máximo de 1 hora en lugar de un promedio máximo de 24 horas y había un número mucho mayor de muestras.

Crónica - Exposición de un año a por vida

Las exposiciones crónicas se definieron como aquellas en las que un individuo respira aire exterior de forma continua (24 horas al día, 365 días al año) durante el transcurso de su vida (70 años), mientras que las concentraciones del compuesto permanecen constantes durante todo ese tiempo. La concentración usada para representar la exposición crónica fue la concentración promedio del período monitoreado, utilizando 1/2 del límite reportado para los no detectables. En el Anexo G, sección c.ii.4, se presenta un análisis más detallado del tratamiento de los no-detectables.

Los compuestos que fueron detectados en menos del cinco por ciento de las muestras en tiempo real (trans-2-buteno, cis-2-buteno, trans-2-penteno, cis-2-penteno, 1-hexeno, n-undecano, n-dodecano) o sólo en las muestras discretas (acetronitrilo, cis-1,3-dicloropropeno, disulfuro de dimetilo, sulfuro de metilo de etilo, sulfuro, isobutil mercaptano, trans-1,3-dicloropropeno) fueron excluidas del análisis crónico como un bajo DF no es indicativo de exposición crónica.

c. Métodos de estimación de riesgo

i. Cáncer

1. Riesgo Excesivo de Cáncer

El exceso de riesgo de cáncer asociado con respirar el aire de Lost Hills durante el transcurso de la vida (70 años) se estimó utilizando métodos estándar. El término "exceso" se refiere al hecho de que, sin la exposición al aire de Lost Hills, ya existe un riesgo básico de cáncer

debido a otros factores (edad, genética, otras exposiciones químicas, dieta, etc.). El exceso de riesgo cancerígeno es la cantidad de riesgo que una exposición *añadirá* al riesgo de cáncer de referencia. La meta de esta evaluación fue determinar la cantidad de riesgo que la exposición a lo largo de la vida al aire de Lost Hills, añade al riesgo base ya presente entre los residentes.

El primer paso en la evaluación de riesgo del cáncer fue determinar la cantidad o la dosis de cada compuesto a la que estaría expuesta una persona que respirar el aire de Lost Hills. La dosis es en función de la concentración en el aire, la frecuencia respiratoria y la frecuencia de exposición. Dado que la frecuencia respiratoria cambia en el transcurso de la vida, se determinaron las dosis para cada uno de los siguientes grupos de edad: tercer trimestre, 0<2 años, 2<16 años y 16-70 años. La dosis se estimó usando la siguiente ecuación (Ecuación 5.4.1.1 de OEHHA 2015):

$$\text{DOSIS}_{\text{aire}} = C_{\text{aire}} \times \{BR/BW\} \times A \times EF \times 0.000001$$

Donde:

$\text{DOSIS}_{\text{aire}}$ = Dosis por inhalación (mg/kg-día)

C_{aire} = Concentración en el aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) [Concentración promedio registrada en Lost Hills]

$\{BR/BW\}$ = Frecuencia respiratoria diaria normalizada en función del peso corporal (L/kg-día) [95^{vo} Percentil de las frecuencias respiratorias listadas en la Tabla 5.6 de OEHHA 2015]

A = Factor de absorción por inhalación (sin unidades) [asumiendo un valor de 1 (por defecto)]

EF = Frecuencia de exposición (sin unidades), días/365 días [para proteger la salud, se asumió un valor de 1 (exposición todos los días del año)].

0.000001 = Conversión de microgramos a miligramos, conversión de litros a metros cúbicos

Las dosis determinadas para cada grupo de edad se utilizaron luego para estimar el riesgo de cáncer para cada grupo de edad. El riesgo de cáncer se calcula por separado por grupos de edad, no solo por las diferencias en frecuencia respiratoria y, por lo tanto, en las dosis, sino también por las diferencias de edad en la sensibilidad a los carcinógenos. Esta sensibilidad por la edad se representa por medio de utilizar ASFs desarrolladas por la OEHHA en la siguiente ecuación (Ecuación 8.2.4A, OEHHA 2015):

$$\text{RIESGO}_{\text{inh-res}} = \text{DOSIS}_{\text{aire}} \times \text{CPF} \times \text{ASF} \times \text{ED/AT} \times \text{FAH}$$

Donde:

$\text{RIESGO}_{\text{inh-res}}$ = Riesgo de cáncer por inhalación residencial

$\text{DOSIS}_{\text{aire}}$ = Dosis diaria por inhalación (mg/kg-día) [calculada anteriormente]

CPF = Factor de potencia de cáncer por inhalación ($\text{mg}/\text{kg-día}^{-1}$) [del Anexo H Tabla H.1]

ASF = Factor de sensibilidad de la edad para un grupo de edad específica (sin unidades)

ED = Duración de la exposición (en años) para un grupo de edad determinado.

AT= Tiempo promedio de riesgo de cáncer a lo largo de la vida (años) [70 años (ver texto)]

FAH = Fracción de tiempo de permanencia en casa (sin unidad) [para proteger la salud, se asumió un valor de 1, esto tiene en cuenta a las personas que viven, trabajan y asisten a la guardería/escuela en Lost Hills en el transcurso de su vida].

Los riesgos de cáncer calculados anteriormente para grupos de edad individuales se suman para estimar el riesgo de cáncer para exposiciones de 70 años con la siguiente ecuación (ecuación de la página 8-8, OEHHA 2015):

$$\text{RIESGO}_{\text{inh-res}} = (\text{DOSIS}_{\text{aire}} \text{ tercer trimestre} \times \text{CPF} \times 10 \times 0.25/70 \text{ años} \times \text{FAH}_{\text{3ero tri} < 2}) + (\text{DOSIS}_{\text{aire}} \text{ edad } 0 < 2 \times \text{CPF} \times 10 \times 2/70 \times \text{FAH}_{\text{3ero tri} < 2}) + (\text{DOSIS}_{\text{aire}} \text{ edad } 2 < 16 \times \text{CPF} \times 3 \times 14/7 \times \text{FAH}_{2 < 16}) + (\text{DOSIS}_{\text{aire}} \text{ edad } 16 < 70 \times \text{CPF} \times 1 \times 54/70 \text{ años} \times \text{FAH}_{16-70})$$

Nótese que se identificó un riesgo unitario de inhalación (IUR) pero no un CPF, para el isopropilbenceno. Por lo tanto, el riesgo de cáncer para el isopropilbenceno se estimó utilizando el IUR:

$$\text{RIESGO}_{\text{inh-res}} = C_{\text{aire}} \times \text{IUR}$$

Donde:

$\text{RIESGO}_{\text{inh-res}}$ = Riesgo de cáncer por inhalación residencial

C_{aire} = Concentración en el aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) [Concentración promedio registrada en Lost Hills]

IUR = Riesgo unitario de inhalación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹ [de la tabla H.1 del Anexo H].

Contabilización de Susceptibilidad Temprana

Como descrito arriba, la susceptibilidad al cáncer debido a la exposición temprana a cancerígenos fue abordado a través del uso de tasas de respiración específicas a la edad, las cuales son más altas en los infantes y niños, así como ASFs desarrollado por OEHHA (2015).

2. Riesgo Acumulativo de Cáncer

Riesgos de cáncer por diferentes sustancias son generalmente tratadas como un aditivo en la evaluación de riesgo, en parte porque muchos cancerígenos actúan a través del mecanismo común de daño de ADN (OEHHA 2015). La suposición de aditividad es razonable desde el punto de vista de salud pública. Otras interacciones posibles de múltiples cancerígenos incluyen sinergismo (efectos que son mayores que aditivos) o antagonismo (efectos que son menores que aditivos). El tipo de interacción de ambos compuestos -y dosis-dependiente y en la mayoría de los casos los datos no están disponibles para caracterizar adecuadamente estas interacciones. El riesgo acumulativo de cáncer fue por consiguiente estimado al sumar los riesgos de cáncer por compuestos individuales:

$$\text{RIESGO}_{\text{Acumulativo}} = \text{RIESGO}_{\text{Compuesto A}} + \text{RIESGO}_{\text{Compuesto B}} + \text{RIESGO}_{\text{Compuesto C}} + \text{RIESGO}_{\text{Compuesto D}} + \dots$$

Donde:

RIESGO_{Acumulativo} = Riesgo de cáncer por todos los compuestos del camino de inhalación.
 RIESGO_{Compuesto A, etc} = Riesgo de cáncer por cada compuesto individual del camino de inhalación

ii. Sin Cáncer

1. Cociente de Peligrosidad

El potencial de efectos no cancerígenos para cada compuesto se expresó como un cociente de peligrosidad (HQ), el cual compara la exposición estimada con el HGV. Un HQ que es menor o igual a uno indica que los efectos adversos a la salud no son un resultado esperado. Así como los HQ incrementan arriba de uno, la probabilidad de los efectos a la salud humana incrementan por una cantidad indefinida (OEHHA 2015). Sin embargo, debe de notarse que un HQ arriba de uno no es necesariamente un indicativo de los impactos de salud debido a la aplicación de factores de incertidumbre que se derivan de los HGVs.

Un HQ agudo es calculado para describir el riesgo de efectos de salud adversos por la exposición a corto plazo a un compuesto (OEHHA 2015). Un HQ crónico es calculado para describir el riesgo de efectos de salud adversos por la exposición a largo plazo a un compuesto (OEHHA 2015).

$$\text{Acute Hazard Quotient (unitless)} = \frac{\text{Maximum Air Concentration } (\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3})}{\text{Acute HGV } (\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3})}$$

$$\text{Chronic Hazard Quotient (unitless)} = \frac{\text{Annual Average Air Concentration } (\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3})}{\text{Chronic HGV } (\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3})}$$

Contabilización de Subpoblaciones Sensibles

Con la excepción de los valores desarrollados para los ajustes ocupacionales, los HGVs seleccionados fueron desarrollados para ser protectores de las subpoblaciones sensibles (por ejemplo, mujeres embarazadas, niños, y adultos mayores) como establecido en la definición de los HGVs o en la política de las agencias de medios (Anexo F). La protección de esos grupos sensibles es típicamente abordada por el uso de factores de incertidumbre (UFs) en el desarrollo de HGVs. Los HGVs también son típicamente desarrollados en la especie, sexo y etapa de vida que son más sensibles para el compuesto. Debido a que esta evaluación se enfoca en la exposición de inhalación, para el cual el sistema respiratorio es usualmente el órgano objetivo, los asmáticos fueron comúnmente un subgrupo sensible (OEHHA 2008). Los niveles de Exposición de Referencia de OEHHA y p-HGVs son generalmente considerados protectores de esta población sensible, aunque un análisis completo de cómo los asmáticos fueron considerados en el desarrollo de cada HGV no fue realizado. Debido a que los HGVs ocupacionales son desarrollados para trabajadores adultos saludables, un UF adicional fue aplicado para asegurar la protección de subpoblaciones sensibles (Anexo F, sección c.iii.3 y Anexo H, Tabla H.2).

En conjunto, los HGVs usados en esta evaluación eran esperados de proteger a la población en general, incluyendo subgrupos sensibles. No obstante, debido a que el rango verdadero de variabilidad humana en respuesta a un compuesto en particular es desconocido, puede que exista un subconjunto de población que reacciona a las concentraciones por debajo de los HGVs (OEHHA 2008). Además, individuos que no son hipersensibles o tienen una respuesta rara que no podría ser predicha por estudios humanos o animales puede que reaccionen a los niveles inferiores de concentración de aire (OEHHA 2008).

2. Índice de Peligrosidad

El riesgo de salud no canceroso acumulativo por múltiples químicos que pueden presentarse simultáneamente en el aire fueron evaluados por índices de riesgo (HIs). El índice de peligrosidad (HI) es la suma de todos los HQs para los compuestos impactando el mismo órgano objetivo (OEHHA 2015). Los órgano(s) objetivo para cada compuesto fue determinado basado en los efectos críticos usados para establecer el HGV para ese compuesto (Anexo H, Tabla H.2, OEHHA 2008, 2019, 2020). Los órganos objetivo son considerados categorías generales que pueden incluir una variedad de efectos que ocurren en ubicaciones múltiples dentro del órgano (OEHHA 2008). HQs que afectan diferentes órganos objetivo no fueron considerados debido a la relación entre la toxicidad a diferentes órganos es complejo y desconocido (OEHHA 2008).

3. Comparación con los Estándares de Calidad del Aire Ambiente

Los criterios contaminantes del aire medidos en Lost Hills (partículas con un diámetro menor de 2.5 μm [$\text{PM}_{2.5}$], ozono, monóxido de carbono, y plomo) tienen estándares de calidad de aire basados en la salud (AAQS). El sulfuro de hidrógeno también tiene un estándar, aunque este no sea considerado un criterio contaminante del aire. Las concentraciones medidas de estos compuestos fueron comparadas con los Estándares de Calidad de Aire Ambiente de California (CAAQS) cuando era posible; de lo contrario, Primordialmente (basado en la salud) Estándares de Calidad de Aire Ambiente Nacionales (NAAQS) fueron usados (CARB 2016). Los estándares seleccionados para la comparación se resumen en el Anexo H, Tabla H.4. Cada AAQS prescribe una duración de muestra específica o tiempo promedio (por ejemplo, 24 horas), así como el tratamiento de esos valores muestra (por ejemplo, promedio mensual) (Anexo H, Tabla H.4). Estos requisitos fueron seguidos tan puntualmente como fuera posible en el análisis de datos de Lost Hills. No obstante, algunos tiempos promediados y tratamientos difieren ligeramente debido a la duración total de la campaña de monitoreo y la frecuencia de recolección de muestras. Por ejemplo, los datos para la comparación de las 24-hr $\text{PM}_{2.5}$ NAAQS son promediados por tres años, pero en la campaña de monitoreo de Lost Hills fue por sólo 11 meses. Estas diferencias están detalladas en la Tabla 4.1 del reporte principal.

4. Manejo de No Detectados para Calcular Medios para Análisis Crónicos

La concentración de aire usada para representar exposiciones crónicas fue el medio sobre el periodo de monitoreo. En esta evaluación, el medio fue calculado usando $\frac{1}{2}$ límite reportado (RL) para los no detectados (muestras detectadas a menos que el RL). El simple método de

substitución de usar $\frac{1}{2}$ RL (o $\frac{1}{2}$ límite de detección) como sustituto para valores abajo de RL es un método común frecuentemente usado en evaluaciones de riesgo (US EPA 1991, 1992). Sin embargo, este enfoque asume que todos los valores dentro de cero y el de RL podría estar presente y que el promedio de esos valores puede razonablemente aproximarse por $\frac{1}{2}$ RL, lo cual no es siempre el caso en muestras ambientales.

Para determinar si usando $\frac{1}{2}$ RL para los no detectados era lo apropiado, medios fueron calculados usando el límite inferior o superior y comparados [análisis no mostrado]. El medio límite superior fue calculado usando el RL para los no detectados debido a que es la concentración de aire más alta posible. El medio límite inferior fue calculado usando cero para los no detectados debido a que es la concentración de aire más baja posible. Los resultados de HQ/Hi fueron similares cuando fueron calculados con medios usando $\frac{1}{2}$ RL, RL, o cero para los no detectados. Aunque los valores numéricos fueron cambiados, los HQs y los HIs que excedieron permanecieron igual.

Los medios usando $\frac{1}{2}$ RL, RL, o cero para los no detectados también fueron usados para calcular el riesgo de cáncer. Como era esperado, el valor de riesgo de cáncer fue ligeramente alterado y un compuesto excedió el umbral de riesgo en el límite superior pero no por $\frac{1}{2}$ RL o menor análisis de límite inferior. Específicamente, el percloroetileno excedió el umbral de riesgo de uno en un millón cuando se usó RL para los no detectados, pero fue sólo ~2 por millón. Aunque los valores numéricos de riesgo cambiaron ligeramente, las conclusiones generalizadas del análisis de cáncer permanecieron igual.

En conclusión, métodos más sofisticados usando estimados estadísticos para los valores abajo de RL puede que sean valiosos pero fueron considerados innecesarios en esta evaluación debido a que el límite superior e inferior resultaron en las mismas conclusiones generalizadas de salud.

d. Evaluaciones de Riesgo Revisadas

Las siguientes evaluaciones de riesgo de comunidades cerca a producción de gas y petróleo fueron revisadas para entender mejor las mejores prácticas metodológicas, métricas clave, y resultados de riesgo de comunidad:

Bunch AG, Perry CS, Abraham L, Wikoff DS, Tachovsky JA, Hixon JG, et al. 2014. Evaluación del impacto de las operaciones de gas de esquisto en la región de Barnett Shale en compuestos orgánicos volátiles en el aire y los riesgos potenciales en la salud humana. Sci Total Environ 468-469:832-842.

CDPHE (Departamento de Salud Pública y Ambiente de Colorado). 2007. Inhalación de Aire Tóxico en el Condado de Garfield: Evaluación de riesgos a la Salud Humana al Nivel de Detección. Inhalación de Compuestos Orgánicos Volátiles medidos en zonas de Gas y Petróleo urbanas y rurales en Estudio de Monitoreo de Aire (Junio 2005 - Mayo 2007). <https://www.garfield-county.com/environmental-health/wp->

<content/uploads/sites/16/2019/07/Working-Draft-CDPHE-Screening-Level-Risk-Air-Toxics-Assessment-12-20-07.pdf> [Consultado el 6 de abril, 2021].

CDPHE (Departamento de Salud Pública y Ambiente de Colorado). 2010. Consultas de Salud: Implicaciones de Salud Pública de la Exposición de Aire Ambiente medido en Áreas de Desarrollo de Gas y Petróleo Urbanas como Rurales - Un Análisis de los Datos de Muestras de Aire del 2008. Condado de Garfield. Condado de Garfield, Colorado. Preparado bajo un Acuerdo de Cooperación con el DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS DE E.U., Agencia de Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades, División de Evaluaciones y Consultas de Salud, Atlanta, Georgia 30333 https://www.colorado.gov/pacific/sites/default/files/HHW_CSA_Ambient-Air-in-Garfield-2008-Data-HC_8.26.2010.pdf [Consultado el 6 de Abril, 2021]/

CDPHE (Departamento de Salud Pública y Ambiente de Colorado). 2012. CASO DE ESTUDIO DE EMISIONES DE AIRE RELACIONADOS AL DESARROLLO DE GAS Y PETRÓLEO EN ERIE, COLORADO. https://www.colorado.gov/airquality/tech_doc_repository.aspx?action=open&file=Erie_Air_Emissions_Case_Study_2012.pdf [Consultado el 6 de Abril, 2021].

CDPHE (Departamento de Salud Pública y Ambiente de Colorado). 2017. Evaluación de los Riesgos Potenciales de los Efectos en la Salud Pública de las Operaciones de Gas y Petróleo en Colorado. <https://naturalgassolution.org/wp-content/uploads/2017/08/Assessment-Potential-Public-Health-Effects-Oil-Gas-Operations-Colorado.pdf> [consultado el 6 de Abril, 2021].

Coming Clean. 2016. Cuando el viento sopla: Registro de químicos tóxicos en campos de gas y comunidades afectadas. <https://comingcleaninc.org/assets/media/documents/When%20the%20Wind%20Blows.pdf> [consultado el 6 de Abril, 2021].

DRI (Instituto de Investigación de Desiertos). 2010. Monitoreo de Emisiones de las Instalaciones de Producción de Gas de Barnett Shale para la Evaluación de Exposición de Población. Reporte Final. Preparado para: Mickey Leland, Centro de Investigación Nacional de Aire Tóxico Urbano, Houston, Texas 77225-0286 <http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2013/10/Barnett-Shale-Study-Final-Report.pdf> [consultado el 7 de Abril, 2021].

Fondo para Trabajos Terrestres y Agua Limpia de 2015. CALIFORNIANOS EN RIESGO: Un Análisis de los Riesgos para la Salud por la Contaminación de Gas y Petróleo en Dos Comunidades. Casos de Estudio en Lost Hills y Upper Ojai. <https://www.earthworks.org/cms/assets/uploads/archive/files/publications/CaliforniansAtRiskFINAL.pdf> [Consultado el 6 de abril, 2021].

ERG (Eastern Research Group Inc.). 2011. Reporte Final del Estudio de la Ciudad de Fort Worth sobre la Calidad de Aire de Gas Natural. Preparado para: La Ciudad de Fort Worth, 1000 Throckmorton Street, Fort Worth, Texas 76102-6311.

<https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OAR-2015-0764-0014> [Consultado el 6 de Abril, 2021].

Ethridge S, Bredfeldt T, Sheedy K, Shirley S, Lopez G, Honeycutt M. 2015. The Barnett Shale: Desde la formulación de problemas hasta la gestión de riesgos. *Revista de Recursos No Convencionales de Petróleo y Gas* 1195-110.

Haynes EN, Hilbert TJ, Roberts R, Quiroigico J, Shepler R, Beckner G, et al. 2019. Participación Pública en el Muestreo de Aire y Desarrollo de kit de prueba de Calidad de Agua para permitir la Ciencia Ciudadana. *Prog Community Health Partnersh* 13(2):141-151.

Holder C, Hader J, Avanasí R, Hong T, Carr E, Mendez B, et al. 2019. Evaluar los riesgos potenciales para la salud humana de las exposiciones a escala por inhalación a compuestos orgánicos volátiles emitidos por las operaciones de petróleo y gas. *J Air Waste Manag Assoc* 69(12):1503-1524.

Intrinsik (Ciencias Ambientales Intrinsik). 2014. Fase 2: Evaluación Detallada de Riesgos a la Salud Humana por Actividades de Gas y Petróleo en el Noreste de British Columbia. Proyecto No. 10710. Preparado para: El Ministerio de Salud de British Columbia. <https://www.health.gov.bc.ca/library/publications/year/2014/detailed-health-risk-assessment.pdf> [Consultado el 6 de Abril 2021].

Long CM, Briggs NL, Bamgbose IA. 2019. Síntesis y evaluación basada en la salud de los datos de monitoreo del aire ambiente para la región de Marcellus Shale. *J Air Waste Manag Assoc* 69(5):527-547.

Long CM, Briggs NL, Cochran BA, Mims DM. 2021. Evaluación basada en la Salud de las medidas de PM (2.5) en el aire ambiente y compuestos orgánicos volátiles cerca de la plataforma de pozo natural de gas no convencional cerca de Marcellus Shale y un campus de escuela. *J Expo Sci Environ Epidemiol*.

Macey GP, Breech R, Chernaik M, Cox C, Larson D, Thomas D, et al. 2014. Concentraciones en el aire de compuestos volátiles cerca de una producción de petróleo y gas: un estudio exploratorio basado en la comunidad. *Environ Health* 1382.

Maskrey JR, Insley AL, Hynds ES, Panko JM. 2016. Monitoreo de Aire de compuestos orgánicos volátiles en receptores relevantes durante operaciones de fractura hidráulica en el Condado de Washington, Pennsylvania. *Environ Monit Assess* 188(7):410.

McKenzie LM, Witter RZ, Newman LS, Adgate JL. 2012. Evaluación del riesgo para la salud humana de las emisiones de aire derivadas del desarrollo de recursos de gas natural no convencionales. *Sci Total Environ* 42479-87.

McMullin TS, Bamber AM, Bon D, Vigil DI, Van Dyke M. 2018. Exposiciones y Riesgos para la Salud de los Compuestos Orgánicos Volátiles en las Comunidades Ubicadas cerca de las Actividades de Exploración y Producción de Petróleo y Gas en Colorado (EE.UU.). *Int J Environ Res Public Health* 15(7).

MRS (MRS Ambiental). 2008. Informe final de Impacto Ambiental del Distrito de Estándares Comunitarios de Baldwin Hills. SCH# 2007061133. Proyecto del Condado # R2007-00570. Caso Ambiental #RENV2007-00048. Preparado para el Condado de Los Angeles. http://planning.lacounty.gov/assets/upl/project/bh_final-eir.zip [consultado el 6 de Abril, 2021].

MRS (MRS Ambiental). 2020. Informe de evaluación de riesgo para la salud en el campo petrolífero de Inglewood Preparado para el condado de Los Ángeles. https://planning.lacounty.gov/assets/upl/project/bh_health-risk-assessment-report.pdf [consultado el 5 de abril, 2021].

PA DEP (Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania). 2010. Reporte de Muestreo de Aire Ambiente a Corto Plazo en el Suroeste de Pennsylvania Marcellus Shale. https://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/airwaste/aq/aqm/docs/Marcellus_SW_11-01-10.pdf [Consultado el 6 de Abril, 2021].

PA DEP (Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania). 2018. Proyecto de Monitoreo de Aire Ambiente a Largo Plazo: Instalaciones de Gas en Marcellus Shale. https://files.dep.state.pa.us/Air/AirQuality/AQPortalFiles/Monitoring%20Topics/Toxic%20Pollutants/Docs/FINAL_Long-Term_Marcellus_Project_Report_071018.pdf [consultado el 6 de Abril, 2021].

Paulik LB, Donald CE, Smith BW, Tidwell LG, Hobbie KA, Kincl L, et al. 2016. Emisiones al Aire de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos Procedentes de la Extracción de Gas Natural. Environ Sci Technol 50(14):7921-7929.

Sierra Research Inc. 2011. Evaluación del Riesgo para la Salud del Condado de Sublette, Wyoming. SR2011-01-03. Preparado para: el Comité del Condado de Sublette, Departamento de Calidad Ambiental de Wyoming, Departamento de Salud Wyoming. <http://www.sublettewyo.com/DocumentCenter/View/438/SCREENING-HEALTH-RISK-ASSESS?bidId=> [consultado el 7 de Abril, 2021].

STI (Sonoma Technology Inc.). 2015. Estudio sobre la calidad del aire en Baldwin Hills. Reporte Final preparado para el Condado de Los Angeles, Los Angeles, California https://planning.lacounty.gov/assets/upl/project/bh_air-quality-study.pdf [consultado el 5 de Abril, 2021].

SW PA EHP (Proyecto de Salud Ambiental del Suroeste de Pensilvania). 2016. Community Assessment of Penn Trafford Outdoor Air Monitoring Results. <https://www.documentcloud.org/documents/3233438-Community-Assessment-of-Penn-Trafford-Outdoor.html> [consultado el 7 de abril, 2021].

Swarthout RF, Russo RS, Zhou Y, Miller BM, Mitchell B, Horsman E, et al. 2015. Impacto de la explotación de gas natural del Esquisto de Marcellus en el suroeste de

Pensilvania sobre las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y la calidad del aire regional. *Environ Sci Technol* 49(5):3175-3184.

TCEQ (Comisión de Calidad Ambiental de Texas). 2010. Memorándum entre oficinas de Shannon Ethridge, M.S., División de Toxicología, Oficina del Ingeniero Jefe de Mark R. Vickery, P.G., Director Ejecutivo fechado el 27 de Enero, 2010. Asunto: Revisión de Efectos en la Salud del Área de Formación de Proyectos de Monitoreo en Barnett Shale, incluyendo la Fase I (Agosto 24 - 28, 2009), Fase II (Octubre 9 - 16, 2009), y Fase III (Noviembre 16 - 20, 2009); Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs), Compuestos de Sulfuro Reducido (RSC), Óxidos de Nitrógeno (NOx), e Infrarrojo (IR) Monitoreo de Cámara, Número de Documento BS09 I 2-FR.

<https://www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/tox/barnettshale/healtheval/co/multi/mm1.pdf> [consultado el 7 de abril, 2021].

TITAN Engineering Inc. 2010. Estudio sobre la Calidad del Aire Ambiente: Sitios de Gas Natural, Ciudades de Fort Worth y Arlington, Texas. Preparado para: Barnett Shale Energy Education Council, 777 Taylor Street, Suite 900, Fort Worth, Texas 76102.

https://d3n8a8pro7vhmx.cloudfront.net/northtexansfornaturalgas/pages/526/attachments/original/1432934947/BSEEC_Final_Report.pdf?1432934947 [consultado el 7 de abril de 2021].

Xiong Y, Zhou J, Xing Z, Du K. 2021. Evaluación de riesgo de cáncer por exposición a compuestos orgánicos volátiles peligrosos en Calgary, Canadá. *Chemosphere* 272129650.

e. Referencias

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2012. Toxicological Profile for Chromium. September 2012. US Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp7.pdf> [accessed 29 April 2021].

CalGEM (California Geologic Energy Management Division). 2021. WellSTAR. Well stimulation disclosures received from Luis Leyva of CARB in June 2020; no additional disclosures available through a WellSTAR search on January 11, 2021. CalGEM, California Department of Conservation. <https://wellstar-public.conservation.ca.gov/WellStimulation/WellStimulation/Index>

CARB (California Air Resources Board). 2016. Ambient Air Quality Standards CARB, California Environmental Protection Agency. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-07/aaqs2.pdf> [accessed 21 April 2021].

CARB (California Air Resources Board). 2019. Facility Search Engine. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://www.arb.ca.gov/app/emsinv/facinfo/facinfo.php?dd> [accessed 28 April 2021].

CARB (California Air Resources Board). 2021. iADAM: Air Quality Data Statistics. Select and View Air Quality Data for Various Pollutants throughout the State. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://www.arb.ca.gov/adam> [accessed 8 March 2021].

Huggins FE, Huffman GP, Robertson JD. 2000. Speciation of elements in NIST particulate matter SRMs 1648 and 1650. J Hazard Mater 74(1-2):1-23.

MRS (MRS Environmental). 2020. Inglewood Oil Field Health Risk Assessment Report. Prepared for the County of Los Angeles. https://planning.lacounty.gov/assets/upl/project/bh_health-risk-assessment-report.pdf [accessed 5 April 2021].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2008. Technical Support Document for the Derivation of Noncancer Reference Exposure Levels. Oakland, CA: Air Toxicology and Epidemiology Branch, OEHHA, <https://oehha.ca.gov/air/crnrr/notice-adoption-air-toxics-hot-spots-program-technical-support-document-derivation> [accessed 23 March 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2015. Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines: Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments. <https://oehha.ca.gov/air/crnrr/notice-adoption-air-toxics-hot-spots-program-guidance-manual-preparation-health-risk-0> [accessed 7 April 2021].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2019. OEHHA Acute, 8-hour and Chronic Reference Exposure Level (REL) Summary. November 4, 2019. <https://oehha.ca.gov/air/general-info/oehha-acute-8-hour-and-chronic-reference-exposure-level-rel-summary> [accessed 31 August 2021].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2020. Chemical Databases. <https://oehha.ca.gov/node/11208> [accessed 16 August 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). n.d. Chromium-hexavalent. <https://oehha.ca.gov/chemicals/chromium-hexavalent> [accessed 28 April 2021].

OMNI and DRI (OMNI Environmental Services Inc. and Desert Research Institute). 1989. Determination of Particle Size Distribution and Chemical Composition of Particulate Matter from Selected Sources in California. June 30, 1989. Prepared for the California Air Resources Board, California Environmental Protection Agency. Agreement No. A6-175-32. https://www.researchgate.net/publication/235341609_Determination_of_particle_size_distribution_and_chemical_composition_of_particulate_matter_from_selected_sources_in_the_San_Joaquin_Valley_Final_Report/link/564cb66008ae635cef2a8587/download [accessed 28 April 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume I, Human Health Evaluation Manual (Part A), Interim Final. EPA/540/1-89/002. December 1989. https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/rags_a.pdf [accessed 31 Aug 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1991. Regional Guidance on Handling Chemical Concentration Data Near the Detection Limit in Risk Assessments. Regional Technical Guidance Manual, Risk Assessment, Interim Final November 4, 1991. <https://www.epa.gov/risk/regional-guidance-handling-chemical-concentration-data-near-detection-limit-risk-assessments> [accessed 28 April 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1992. Guidelines for Exposure Assessment. Published on May 29, 1992, Federal Register 57(104):22888-22938. EPA/600/Z-92/001. Risk Assessment Forum, US EPA. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=15263> [accessed 28 April 2021].

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

H. Los Valores Guiadores de Salud Seleccionados y los Estándares de Calidad del Aire del Ambiente

Este Anexo presenta los valores guías de la salud (HGVs) seleccionados para el uso en esta evaluación para determinar los riesgos de cáncer, riesgos agudos no cancerígenos, y riesgos crónicos no cancerígenos. Ciento un compuestos únicos fueron detectados arriba del límite reportado (RL). Carbono Negro (BC) fue medido como un sustituto para la materia particulada de diesel (diesel PM). Tres compuestos (Materia particulada de un diámetro de menos de 2,5 μm [$\text{PM}_{2.5}$], ozono [O_3], y monóxido de carbono [CO]) fueron comparados con los estándares de calidad del aire del ambiente (AAQs) y no están determinados en las evaluaciones no cancerígenas y de cáncer. Cromo (Cr) estaba entre los 107 compuestos remanentes considerados, y fue supuesto a ser 99% trivalente (CrIII) y 1% hexavalente (CrVI), haciendo 108 compuestos totales. De estos, 20 fueron identificados como carcinógenos. Después de la exclusión debido a la detección infrecuente o la carencia de HGV de cáncer, 17 de los carcinógenos fueron evaluados en la determinación de riesgo de cáncer. Para el análisis no cancerígeno, plomo fue excluido de los 108 porque fue comparado a AAQs, dejando 107 compuestos. Cuatro fueron asfixiantes simples y excluidos del análisis, resultando en un total de 103 compuestos no-asfixiantes. Para estos 103 compuestos, 78 HGVs agudos fueron identificados. Ochenta y nueve de los 103 cumplieron con el mínimo de los requisitos de frecuencia de detección (DF) para el análisis crónico. De estos 89, 80 HGVs crónicos fueron identificados.

a. Valores de Potenciales de Cáncer Seleccionados

Veinte carcinógenos fueron identificados entre los químicos detectados en el monitoreo del aire. De estos, cis-1,3-dicloropropeno y trans-1,3-dicloropropeno fueron excluidos de la consideración en la evaluación de riesgos de cáncer porque fueron detectados en solo una de las 46 muestras, así que la exposición prolongada a largo plazo fue considerada poco probable (véase el Anexo G, Sección b.ii). De los 18 carcinógenos detectados que cumplieron con el mínimo de requisitos DF de 5% (muestras por hora) o más que una detección (muestras discretas), 17 tenían un HGV: acetaldehído, arsénico, benceno, bis(2-etilhexilo)ftalato, tetracloruro de carbono, CrVI , diesel PM, etilbenceno, formaldehído, hexacloroetano, isopreno, isopropilbenceno, plomo, naftaleno, níquel, percloroetileno, y estireno (Tabla H.1). Diecisiete de estos diecisiete carcinógenos tenían una de la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental (OEHA) de potencial hacia el cáncer HGV, aunque la potencia de la OEHA para el isopreno es un valor preliminar y se encuentra en el proceso formal para su adopción, incluida la revisión por parte del Panel de Revisión Científica sobre Contaminantes Tóxicos del Aire. Para isopropilbenceno, el desarrollo de una unidad de riesgo por inhalación del Departamento del Ambiente de Michigan, Los Grandes

Lagos, y Energía (Michigan EGLE) fue utilizado (MDNRE 2010; Michigan EGLE 2015). Acroleína fue recientemente clasificada por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como probable carcinógeno a humanos basados en evidencia "suficiente" de carcinogenicidad en animales experimentales (linfoma maligno en ratones y rabdomioma de cavidad nasal y carcinoma de células escamosas combinados en las ratas) y "fuerte" evidencia mecánica (IARC 2021a). Sin embargo, un HGV de cáncer para acroleína no fue identificada de ninguna fuente clasificada o fuentes de datos de manera que su contribución al riesgo de cáncer no podría ser cuantitativamente evaluada.

Tabla H.1 Identificación de carcinógenos detectados en Lost Hills y los valores guías para la salud del cáncer utilizando una evaluación de riesgo del cáncer, incluyendo factores de potencia del cáncer por inhalación (CPF) y unidades de riesgo por inhalación (IURs). Los carcinógenos fueron identificados basados en las clasificaciones de la Agencia de Protección Ambiental de California (CalEPA's) programa de Proposición 65 ("Listado" significa que el compuesto está listado por el Estado como conocido de causar cáncer; OEHHA 2020b), La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) (2021b), la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos (US EPA)(IRIS;US EPA 2020b), y las Instituciones Nacionales de Estados Unidos del Programa Toxicológico Nacional de la Salud (NTP)(NTP 2016). OEHHA CPFs y IURs son de la OEHHA (2009). Texto en itálicas indican que la clasificación no es indicativa de carcinogenicidad. cis-1,3-Di-cloropropeno y trans-1, 3-di-cloropropeno fue detectado y son carcinógenos pero fueron excluidos de la evaluación de riesgo para el cáncer porque ellos fueron detectados solamente en una de las 46 muestras (véase el Anexo G). El carbono negro (BC) fue medido como un sustituto para el PM diesel. Acroleína fue recientemente clasificada por la IARC como un Grupo 2A (Probable) carcinógeno (IARC 2021a) pero un HGV de cáncer no fue identificado para acroleína de manera que su contribución al riesgo de cáncer no podía ser cuantitativamente evaluado.

Compuesto	CAS RN	CalEPA Prop. 65	IARC	US EPA	NTP	CPF (mg/kg-día) ⁻¹	IUR (µg/m ³) ⁻¹	Fuente	Base (especies, tipo de tumor)
Acetaldehído	75-07-0	Listado	Posible (Grupo 2B)	Probable (Grupo B2) ^a	Anticipado Razonablemente	0.010	0,0000027	OEHHA	Rata, tumores nasales
Arsénico (As)	7440-38-2	Listado	Conocido (Grupo 1)	Carcinogénico (Grupo A; As Inorgánico) ^a	Conocido (As/Compuestos As Inorgánicos)	12	0,0033	OEHHA (los valores son como As Inorgánicos)	Exposición ocupacional humana, tumores pulmonares
Benceno	71-43-2	Listado	Conocido (Grupo 1)	Conocido/probablemente	Conocido	0.10	0,000029	OEHHA	Exposición ocupacional

Compuesto	CAS RN	CalEPA Prop. 65	IARC	US EPA	NTP	CPF (mg/kg-día) ⁻¹	IUR (µg/m ³) ⁻¹	Fuente	Base (especies, tipo de tumor)
				^b / Carcinogénico (Grupo A) ^a					humana, leucemia
Ftalato de bis (2-etilhexilo)	117-81-7	Listado	Posible (Grupo 2B)	Probable (Grupo B2) ^a	Anticipado Razonablemente	0,0084	0,0000024	OEHHA	Ratones, carcinomas del hígado
Tetra-cloruro de Carbono	56-23-5	Listado	Posible (Grupo 2B)	Probable ^c	Anticipado Razonablemente	0.15	0,000042	OEHHA	Ratones, carcinomas del hígado
Cromo (Cr) VI	7440-47-3 (Cr); 18540-29-9 (CrVI)	Listado	Conocido (Grupo 1)	Conocido/pr obablemente (por inhalación) ^b / Carcinogénicos (Grupo A; por inhalación) ^a	Conocido (CrVI)	510	0.15	OEHHA	Humano, mortalidad por cáncer de pulmón
PM diésel	N/A	Listado	Conocido (Grupo 1)	Probable ^d	Anticipado Razonablemente	1.1	0.00030	OEHHA	Exposición ocupacional humana, tumores pulmonares
Etilbenceno	100-41-4	Listado	Posible (Grupo 2B)	No Clasificable (Grupo D) ^a	N/A	0.0087	0.0000025	OEHHA	Rata, tumores del riñón

Compuesto	CAS RN	CalEPA Prop. 65	IARC	US EPA	NTP	CPF (mg/kg-día) ⁻¹	IUR (µg/m ³) ⁻¹	Fuente	Base (especies, tipo de tumor)
Formaldehído	50-00-0	Listado	Conocido (Grupo 1)	Probable (Grupo B1) ^a	Conocido	0.021	0.0000060	OEHHA	Rata, carcinoma escamoso nasal
Hexacloroetano	67-72-1	Listado	Posible (Grupo 2B)	Probable ^c	Anticipado Razonablem ente	0.039	0.00 0011	OEHHA	Ratón, carcinoma de hígado
Isopreno	78-79-5	Listado	Posible (Grupo 2B)	N/A	Anticipado Razonablem ente	0.019	0.0000054	OEHHA	Rata, tumores de riñón, glándula mamaria y testículos
Isopropilbenceno	98-82-8	Listado	Posible (Grupo 2B)	No puede ser determinado ^b /No clasificable (Group D) ^(a)	Anticipado Razonablem ente	NR	0.0000105	Michigan EGLE ^e	Ratones, adenoma alveolar/bronquial pulmonar y carcinoma
Plomo (Pb)	7439-92-1	Listado	Posible (Grupo 2B)	Probable (Grupo B2; plomo y compuestos [inorgánicos]) ^a	Anticipado Razonablem ente (Compuestos Pb/Pb)	0.042	0.000012	OEHHA (valores son para Pb y compuestos Pb [inorgánicos])	Rata, riñón

Compuesto	CAS RN	CalEPA Prop. 65	IARC	US EPA	NTP	CPF (mg/kg-día) ⁻¹	IUR (µg/m ³) ⁻¹	Fuente	Base (especies, tipo de tumor)
Naftaleno	91-20-3	Listado	Posible (Grupo 2B)	<i>No puede ser determinado^b /Posible (Grupo C)^a</i>	Anticipado Razonablem ente	0.12	0.000034	OEHHA	Rata, adenoma epitelial respiratorio nasal
Níquel (Ni)	7440-02-0	Listado	Conocido (Grupo 1) (Compue stos de Ni)/Posibl e (Grupo 2B) (Ni metálico)	N/A	Conocido (Compuesto s Ni); Razonablem ente anticipados (metálicos Ni)	0.91	0.00026	OEHHA (valores son para Ni y compuesto s de Ni)	Trabajadores humanos de la planta de sinterización de la refinería de níquel, mortalidad por cáncer de pulmón
Percloroetileno	127-18-4	Listado	Probabili dad (Grupo 2A)	Probable ^c	Anticipado Razonablem ente	0.021	0.0000061	OEHHA	Ratón y rata, adenoma y carcinoma de hígado, tumores de glándulas de Harder, hemangioma o hemangiosarcom a, leucemia de células mononucleares, tumores de células

Compuesto	CAS RN	CalEPA Prop. 65	IARC	US EPA	NTP	CPF (mg/kg-día) ¹	IUR (µg/m ³) ⁻¹	Fuente	Base (especies, tipo de tumor)
									intersticiales testiculares, tumores de riñón, glioma cerebral
Estireno	100-42-5	Listado	Probabilidad (Grupo 2A)	N/A	Anticipado Razonablemente	0.026	0.0000074	OEHHA ^f	Ratones, adenomas broncoalveolares y carcinomas

CAS RN, Número de Registro del Chemical Abstracts Service; N/A, no aplica; NR, no reportado; Prop., Proposición

^a Lineamientos 1986

^b Lineamiento Propuestos 1996

^c Lineamientos 2005

^d Lineamientos Revisados del Proyecto

^e Departamento del Medioambiente de Michigan, Grandes Lagos, y Energía (MDNRE 2010; Michigan EGLE 2015)

^fCPF derivado de la Meta de Salud Público(OEHHA 2010); IUR calculado de CPF asumiendo ventilación de 20m³/día y 70 kg de peso del cuerpo. La PHG para el estireno se basó en estudios de inhalación realizados en ratones machos y hembras y se respaldó con análisis de dosis-respuesta de estudios .adicionales de carcinogenicidad, incluido un estudio de inhalación adicional en ratas, dos estudios orales en ratas y estudios de epidemiología humana.

b. HGVs Seleccionados no cancerígenos

HGVs no cancerígenos representan a la concentración del aire mostrada abajo para el cual no existe riesgos con efectos a la salud apreciables cuando están expuestos a compuestos para una duración aguda (1-hr or 24 hr) o crónica (durante toda la vida, 70 años). Los HGVs no cancerígenos incluyen los Niveles de Exposición de Referencia de la OEHHA (RELs) y HGVs de otras fuentes que no han sido evaluadas formalmente por la OEHHA y son considerados HGVs provisionales (p-HGVs) en este análisis.

HGVs no cancerígenos crónicos y agudos fueron seleccionados para cada compuesto, cuando era posible, y algunos valores fueron ajustados como se describen en el Anexo F. De 107 compuestos considerados, 78 HGVs agudos y 80 HGVs crónicos fueron utilizados en el análisis. El rango amplio en los HGVs refleja un rango amplio de potencia toxicológica entre los compuestos medidos en Lost Hills. Los HGVs seleccionados y ajustados son descritos en la Tabla H.2.

Los compuestos que no son detectados arriba del RL durante el monitoreo del Estudio de Aire en Vecindarios cerca de Fuentes de Petróleo (SNAPS) no fueron incluidos en este análisis. Para varios compuestos detectados, un HGV agudo o crónico no fue determinado porque no fue identificado un HGV conveniente (Tabla H.2). Acetileno, etano, metano, y propano son asfixiantes simples (Cal/OSHA 2018). Los asfixiantes simples actúan limitando la disponibilidad del oxígeno a niveles altos, más bien que por toxicidad directa. Altas concentraciones no se espera que ocurran al aire libre en un entorno de comunidad, de tal manera que estos compuestos no fueron evaluados en esta evaluación. Once compuestos no tenían HGVs convenientes para ambas exposiciones aguda y crónica y por lo tanto no podían ser evaluados cuantitativamente en una evaluación de salud no cancerígena (bromo, calcio, cloro, sulfuro metil etílico [también DF bajo], hierro, isobutil mercaptano [también DF bajo], fósforo, potasio, silicona, sulfuro, y titanio). 1-hexano no tenía un HGV agudo y DF bajo y por lo tanto fue excluido del análisis crónico. Sulfuro de hidrógeno tiene un Estándar de Calidad de Aire Ambiente de California (CAAQS) y es evaluado en este Reporte de la Sección 4.3.3; sin embargo, porque existen RELs agudos y crónicos, fue incluido en el análisis no cancerígeno también. Las mediciones de BC son consideradas como sustituto para las exposiciones de diesel PM. Los compuestos con un HGV oral basados en datos orales fueron seleccionados por el potencial para la sensibilización respiratoria usando modelos en computadora y una revisión de la literatura (Anexo J, Sección a).

Tabla H.2 Valores Guidores de la Salud seleccionados no cancerígenos agudos y crónicos (HGVs) Los HGVs incluyen los RELs de OEHHA y HGVs seleccionados de las fuentes que son consideradas HGVs provisionales (p-HGV) en este análisis. p-HGVs fueron utilizados y los órganos objetivos registrados por la metodología descrita en el Anexo F. No HGV indica que un p-HGV adecuado no fue encontrado/desarrollado para esta evaluación. La frecuencia de detección baja (DF) indica que los DF de los químicos no cumplieron con el criterio de inclusión para el análisis crónico de tal manera que un HGV crónico no fue utilizado (véase el Anexo G, Sección b.ii para más detalles).

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Acetaldehído	75-07-0	REL agudo (470) de OEHHA	Ninguno	470	Ojos, Sistema Respiratorio	REL Crónico (140) de OEHHA	Ninguno	140	Sistema Respiratorio
Acetona	67-64-1	ATSDR de inhalación aguda MRL (20,000)	Ninguno	20,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (16,000)	Ninguno	16,000	Sistema Nervioso
Acetonitrilo	75-05-8	ACGH TLV-TWA (34,000)	POD ^a	590	Sistema Respiratorio	Bajo DF			
Acroleína	107-02-8	REL Agudo (2.5) de OEHHA	Ninguno	2,5	Ojos, Sistema Respiratorio	REL Crónico (0.35) de OEHHA	Ninguno	0.35	Sistema Respiratorio

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Aluminio	7429-90-5	No HGV				US EPA PPRTV p-RfC (5) crónico	Ninguno	5	Sistema Nervioso
Antimonio	7440-36-0	MRL (1) agudo ATSDR	Ninguno	1 (24-horas)	Sistema Respiratorio	MRL (0.3) crónico ATSDR	Ninguno	0.3	Sistema-Respiratorio
Arsénico	7440-38-2	REL agudo (0.2) de OEHHA	Ninguno	0.2	Sistema cardiovascular, De desarrollo, Sistema nervioso	REL Crónico (0.015) de OEHHA	Ninguno	0.015	Sistema cardiovascular, De desarrollo, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio, Piel
Bario	7440-39-3	No HGV				US EPA HEAST RfC crónico (0.5)	Ninguno	0,5	De Desarrollo

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Benceno	71-43-2	REL Agudo (27) de OEHHA	Ninguno	27	De desarrollo, Sistema hematológico, Sistema inmunológico	REL Crónico (3) de OEHHA	Ninguno	3	De desarrollo, Sistema hematológico, Sistema nervioso
Ácido Benzoico	65-85-0	No HGV				US EPA PPRTV p-RfC (2) sub-crónico	UF_s^b	0.7	Sistema Respiratorio
Ftalato de bis (2-etilhexilo)	117-81-7	MLR oral agudo de la ATSDR (0,003 mg/kg-día)	POD^a	2	Sistema endocrino, Desarrollo	ATSDR intermedio de inhalación MLR (3)	UF_s^b	1	De desarrollo
n-Butano	106-97-8	TCEQ ReV agudo (220,000)	Ninguno	220,000	Toxicidad General	TCEQ ReV crónico (24,000)	Ninguno	24,000	Sistema Nervioso

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
1- Buteno	106-98-9	TCEQ ReV agudo (62,000)	Ninguno	62,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (5,300)	Ninguno	5,300	Toxicidad General
Cis-2-butano	590-18-1	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Toxicidad General	Bajo DF			
Trans-2-buteno	624-64-6	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Toxicidad General	Bajo DF			
Tetra-cloruro de Carbono	56-23-5	REL Agudo (1,900) de OEHHA	Ninguno	1,900	Tracto alimenticio, De desarrollo, Sistema nervioso	REL Crónico (40) de OEHHA	Ninguno	40	Tracto alimenticio, De desarrollo, Sistema nervioso
Cromo III	1606-5-83-1	TCEQ ReV agudo (12)	Ninguno	12	Sistema Respiratorio	MRL Intermedio ATSDR (5 partículas insolubles)	UF_s^b	2	Sistema inmunológico, Sistema respiratorio

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Cromo VI	18540-29-9	TCEQ ReV agudo (1.3)	Ninguno	1.3 (24-hr)	Sistema Respiratorio	REL Crónico (0.2) de OEHHA	Ninguno	0.2	Sistema Respiratorio
Cobre	7440-50-8	REL agudo (100) de OEHHA	Ninguno	100	Sistema Respiratorio	ACGIH TLV-TWA (1,000 [dust])	Duración ^c , Población general UF ^d	1	Ojos, Sistema respiratorio, Piel, Sistema hematológico
Ciclohexano	110-82-7	Usada crónica HGV ^e (6,000)	Ninguno	6,000	De desarrollo	US EPA IRIS RfC (6,000)	Ninguno	6,000	De Desarrollo
Ciclopentano	287-92-3	ACGIH TLV-TWA (1,720,000)	POD ^a	20,000	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio, Piel	ACGIH TLV-TWA (1,720,000)	Duración ^c , Población en General UF ^d	205	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio, Piel
n-Decano	124-18-5	TCEQ ReV agudo (5,800)	Ninguno	5,800	Ojos	TCEQ ReV crónico (1,100)	Ninguno	1,100	Sistema Hematológico, Toxicidad General

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
cis-1,3-Dicloropropeno	1006 1-01-5 (542-75-6)	DPR Evaluación de Riesgo Agudo	POD ^a	250 (24-horas)	Toxicidad General	Bajo DF			
trans-1,3-Dicloropropeno	1006 1-02-6 (542-75-6)	DPR Evaluación de Riesgo Agudo	POD ^a	250 (24-horas)	Toxicidad General	Bajo DF			
PM diésel	N/A	Ningun HGV				REL Crónico (5) de OEHHA	Ninguno	5	Sistema Respiratorio
m-Di-etilbenceno	141-93-5	Sustituto Estructural f:etilbenceno ATSDR MRL agudo (20,000)	Peso molecular ^g	30,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	DFG MAK (27,450)	POD ^a	34	Sistema inmunitario

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
p-Di-etilbenceno	105-05-5	Sustituto Estructural f:etilbenceno ATSDR MRL agudo (20,000)	Peso molecular ^g	30,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	DFG MAK (27,450)	POD ^a	34	Sistema inmunitario
2,2-dimetilbutano	75-83-2	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Endócrino	TCEQ ReV crónico (670)	Ninguno	670	Sistema Nervioso
2,3-dimetilbutano	79-29-8	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Endócrino	TCEQ ReV crónico (670)	Ninguno	670	Sistema Nervioso
Dimetil disulfuro	624-92-0	ECHA DNEL población general local aguda (4,800)	POD ^a	19 (24-horas)	Sistema Respiratorio	Bajo DF			
2,3-dimetilpentano	565-59-3	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (9,000)	Ninguno	9,000	Toxicidad General, Sistema nervioso

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
2,4-dimetilpentano	108-08-7	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (9,000)	Ninguno	9,000	Toxicidad General, Sistema nervioso
n-Dodecano	112-40-3	Sustituto estructural de geomas de análogos de alcanos ^h	Peso molecular ^g	40,000	Sistema nervioso, Sistema endócrino, ojos	Bajo DF			
Etanol	64-17-5	ACGIH TLV-STEL (1,880,000)	Población general UF ^{cd}	6.270	Ojos, Sistema Respiratorio	ACGIH TLV-STEL (1,880,000) ^e	Población general UF ^{cd}	6.270	Ojos, Sistema Respiratorio
Etano	74-85-1	TCEQ ReV agudo (570,000)	Ninguno	570,000	Tracto Alimenticio	TCEQ ReV crónico (6,100)	Ninguno	6.100	Tracto Alimenticio
Etilbenceno	100-41-4	MRL (20,000) agudo ATSDR	Ninguno	20,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	REL Crónico (2,000) de OEHA	Ninguno	2,000	Tracto alimenticio, De desarrollo, Sistema endócrino

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
m-Etiltolueno	620-14-4	Sustituto Estructural ^f :etilbenceno ATSDR MRL agudo (20,000)	Peso molecular ^g	20,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	Sustituto Estructural ^f :etilbenceno REL crónico (2,000) de la OEHHA	Peso molecular ^g	2,000	Tracto alimenticio, De desarrollo, Sistema endócrino
o-Etiltolueno	611-14-3	Sustituto Estructural ^f :etilbenceno ATSDR MRL agudo (20,000)	Peso molecular ^g	20,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	Sustituto Estructural ^f :etilbenceno REL crónico (2,000) de la OEHHA	Peso molecular ^g	2,000	Tracto alimenticio, De desarrollo, Sistema endócrino
p-Etiltolueno	622-96-8	Sustituto Estructural ^f :etilbenceno ATSDR MRL agudo (20,000)	Peso molecular ^g	20,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	Sustituto Estructural ^f :etilbenceno REL crónico (2,000) de la OEHHA	Peso molecular ^g	2,000	Tracto alimenticio, De desarrollo, Sistema endócrino
Fluoreno	86-73-7	No HGV				US EPA IRIS RfD (0.04 mg/kg-día)	Extrapolación vía a vía ⁱ	100	Sistema Hematológico

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Formaldehído	50-00-0	REL agudo (55) de OEHHA	Ninguno	55	Ojos	REL Crónico (9) de OEHHA	Ninguno	9	Sistema Respiratorio
Freón 11	75-69-4	No HGV				US EPA PPRTV p-RfC (1,000) sub-crónico	UF _s ⁱ	100	Sistema Nervioso
Freón 113	76-13-1	ACGIH TLV-STEL (9,590,000)	Duración ⁱ , Población en General UF ^d	7,990	Sistema nervioso Sistema cardiovascular	OEHHA PHG Update Memorandum (6.2 mg/L)	POD ^a	6,230	Tracto Alimenticio
Freón 12	75-71-8	National Academy of Sciences EEGL (4,946,000)	POD ^a	20,000 (24-hr)	Sistema cardiovascular, Sistema nervioso, Sistema respiratorio	US EPA PPRTV p-RfC (100)(selección) crónico	Ninguno	100	Toxicidad General
n-Heptano	142-82-5	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Sistema Nervioso	US EPA PPRTV p-RfC (400) crónico	Ninguno	400	Sistema Nervioso

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Hexacloroetano	67-72-1	MRL (60,000) agudo ATSDR	Ninguno	60,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	US EPA IRIS RfC (30)	Ninguno	30	Sistema Nervioso
n-Hexano	110-54-3	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Endócrino	REL Crónico (7,000) de OEHHA	Ninguno	7,000	Sistema Nervioso
Sulfuro de hidrógeno	7783-06-4	REL agudo (42) de OEHHA	Ninguno	42	Sistema Nervioso	REL Crónico (10) de OEHHA	Ninguno	10	Sistema Respiratorio
Isobutano	75-28-5	TCEQ ReV agudo (78,000)	Ninguno	78,000	Sistema cardiovascular, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio	TCEQ ReV crónico (24,000)	Ninguno	24,000	Sistema Nervioso
Isopreno	78-79-5	TCEQ ReV agudo (3,900)	Ninguno	3,900	De Desarrollo	TCEQ ReV crónico (390)	Ninguno	390	Sistema Nervioso

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Isopropilbenceno	98-82-8	Ningun HGV				US EPA IRIS RfC (400)	Ninguno	400	Tracto alimenticio, Sistema endócrino
Manganeso	7439-96-5	TCEQ ReV agudo (5)	Ninguno	5 (24-horas)	Sistema Respiratorio	REL Crónico (0.09) de OEHHA	Ninguno	0.09	Sistema Nervioso
2-Metilbutano	78-78-4	TCEQ ReV agudo (200,000)	Ninguno	200.000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (24,000)	Ninguno	24,000	Sistema Nervioso
Metilciclohexano	108-87-2	Sustituto estructural ^k de la geomeidia de los ReV agudos del alcano C6-C10 TCEQ (9.000)	peso molecular ^g	9,000	Sistema endocrino, Sistema nervioso, Ojos	HEAST cronico RfC (3,000)	Ninguno	3,000	Tracto Alimenticio

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Metilciclopentano	96-37-7	Sustituto estructural ^f : n-hexano TCEQ ReV agudo (19,000)	Peso molecular ^g	19,000	Sistema endocrino	Sustituto estructural ^f : n-hexano OEHHA REL crónico (7,000)	Peso molecular ^g	7,000	Sistema nervioso
Butanona (metiletilcetona)	78-93-3	REL Agudo (13,000) de OEHHA	Ninguno	13,000	Ojos, Sistema Respiratorio	US EPA IRIS RfC (5,000)	Ninguno	5,000	De Desarrollo
2-metilheptano	592-27-8	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (1,800)	Ninguno	1,800	Toxicidad General
3-metilheptano	589-81-1	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (1,800)	Ninguno	1,800	Toxicidad General
2-metilhexano	591-76-4	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (9,000)	Ninguno	9,000	Toxicidad General, Sistema nervioso

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
3-metilhexano	589-34-4	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (9,000)	Ninguno	9,000	Toxicidad General, Sistema nervioso
2-Metilnaftaleno	91-57-6	Sustituto estructural ^f a la geoma de tolueno (5,000) y m/p-xileno (22,000) RELs agudos de la OEHHA	Peso molecular ^g	10,000	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio	ACGIH TLV-TWA (3,000)	Población general UF ^{cd}	1	Sistema Respiratorio
2-Metilpentano	107-83-5	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Endócrino	TCEQ ReV crónico (670)	Ninguno	670	Sistema Nervioso
3-metilpentano	96-14-0	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Endócrino	TCEQ ReV crónico (670)	Ninguno	670	Sistema Nervioso

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Naftaleno	91-20-3	MDH agudo HBV (200)	POD ^a	204	Sistema Respiratorio	REL Crónico (9) de OEHHA	Ninguno	9	Sistema hematológico, Sistema Respiratorio
Níquel	7440-02-0	REL agudo (0.2) de OEHHA	Ninguno	0.2	Sistema Inmune	REL crónico OEHHA (0.014)	Ninguno	0.014	Sistema hematológico, Sistema Respiratorio
n-Nonano	111-84-2	TCEQ ReV agudo (16,000)	Ninguno	16,000	Sistema Nervioso	US EPA PPRTV p-RfC crónico (20)	Ninguno	20	Toxicidad General, Sistema nervioso
n-Octano	111-65-9	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (1,800)	Ninguno	1,800	Toxicidad General
n-Pentano	109-66-0	TCEQ ReV agudo (200,000)	Ninguno	200.000	Sistema Nervioso	US EPA PPRTV p-RfC crónico (1,000)	Ninguno	1,000	Toxicidad General

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
1-Penteno	109-67-1	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Toxicidad General	Bajo DF			
cis-2-penteno	627-20-3	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Toxicidad General	Bajo DF			
Trans-2-penteno	646-04-8	TCEQ ReV agudo (34,000)	Ninguno	34,000	Toxicidad General	Bajo DF			
Percloroetileno	127-18-4	REL Agudo (20,000) de OEHHA	Ninguno	20,000	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio	REL Crónico (35) de OEHHA	Ninguno	35	Tracto Alimenticio
n-Propilbenceno	103-65-1	Sustituto Estructural: etilbenceno ATSDR MRL agudo (20,000)	Peso molecular ⁹	20,000 (24-horas)	Sistema Nervioso	US EPA PPRTV p-RfC crónico (1,000)(selección)	Ninguno	1,000	Del desarrollo, Tracto alimentario, Sistema inmunológico

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Propilene	115-07-1	No HGV				REL Crónico (3,000) de OEHHA	Ninguno	3,000	Sistema Respiratorio
Rubidio	7440-17-7	No HGV				US EPA PPRTV p-RfD sub-crónico (0.004 mg/kg/día)	Extrapolación vía a vía ⁱ , UF _s ^b	1	Tracto digestivo, Toxicidad General, Sistema nervioso
Selenio	7782-49-2	No HGV				REL Crónico (20) de OEHHA	Ninguno	20	Tracto Alimenticio, Sistema cardiovascular, Sistema nervioso
Estroncio	7440-24-6	No HGV				US EPA IRIS RfD (0.6 mg/kg-día)	Extrapolación vía a vía ⁱ	2000	Hueso y Diente
Estireno	100-42-5	REL Agudo (21,000) de OEHHA	Ninguno	21,000	De desarrollo, ojos, Sistema Respiratorio	REL Crónico (900) de OEHHA	Ninguno	900	Sistema Nervioso

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
Estaño	7440-31-5	No HGV				ACGIH TLV-TWA (2,000 inorgánico)	Duración ^c , Población en General UF ^d	2	Sistema Respiratorio
Tolueno	108-88-3	REL Agudo (5,000) de OEHHA	Ninguno	5,000	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio	REL Crónico (4200) de OEHHA	Ninguno	420	Ojos
1,2,3-trimetilbeceno	526-73-8	TCEQ ReV agudo (15,000)	Ninguno	15,000	Sistema Nervioso	US EPA IRIS RfC (60)	Ninguno	60	Sistema Nervioso, Sistema Hematológico
1,2,4-trimetilbeceno	95-63-6	TCEQ ReV agudo (15,000)	Ninguno	15,000	Sistema Nervioso	US EPA IRIS RfC (60)	Ninguno	60	Sistema Nervioso, Sistema Hematológico

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
1,3,5-Trimetilbenceno	108-67-8	TCEQ ReV agudo (15,000)	Ninguno	15,000	Sistema Nervioso	US EPA IRIS RfC (60)	Ninguno	60	Sistema Nervioso
2,2,4-Trimetilpentano	540-84-1	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (1,800)	Ninguno	1,800	Toxicidad General
2,3,4-trimetilpentano	565-75-3	TCEQ ReV agudo (19,000)	Ninguno	19,000	Sistema Nervioso	TCEQ ReV crónico (1,800)	Ninguno	1,800	Toxicidad General
n-Undecano	1120-21-4	Sustituto estructural ^h de geomas de análogos de alcanos TCEQ agudo ReVs	Peso molecular ^g	40,000	Sistema nervioso, Sistema endócrino, Ojos	Bajo DF			
Vanadio	7440-62-2	MRL (0.8) agudo ATSDR	Ninguno	0.8 (24-horas)	Sistema Respiratorio	MRL (0.1) crónico ATSDR	Ninguno	0.1	Sistema Respiratorio

Compuesto	CAS RN	Fuente HGV aguda (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (señalado si es de duración de 24 horas)	Organo(s) Objetivo Agudo(s)	Fuente HGV Crónica (valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ajustes	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organo(s) Objetivo Crónico(s)
m/p-Xileno	108-38-3, 106-42-3	REL agudo (22,000) de OEHHA	Ninguno	22,000	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio	REL Crónico (700) de OEHHA	Ninguno	700	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio
o-Xileno	95-47-6	REL agudo (22,000) de OEHHA	Ninguno	22,000	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio	REL Crónico (700) de OEHHA	Ninguno	700	Ojos, Sistema nervioso, Sistema Respiratorio
Itrio	7440-65-5	No HGV				ACGIH TLV-TWA (1,000)	Duración ^c , Población en General UF ^d	0.1	Sistema Respiratorio
Zinc	7440-66-6	DFG MAK (100 [respirables])	POD ^a	20	Sistema respiratorio, Sistema inmunológico.	DFG MAK (2000 [inhalable])	POD ^a	0.2	Sistema respiratorio

ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists; AEGL, Lineamiento de Exposición Aguda; ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry; C6-C10, de seis a 10 átomos de carbono de longitud; CAS RN, Chemical Abstracts Service Registry Number; DF, frecuencia de detección; DFG MAK, Fundación Alemana de Investigación Máxima concentración en el lugar de

trabajo; DNEL, Nivel Derivado No Efecto; DPR, California Department of Pesticide Regulation; ECHA, European Chemicals Agency; EEGl, Nivel de Orientación de Exposición de Emergencia; geomedia, media geométrica; HBV, Valor basado en la Salud; HEAST, Tablas de Resumen de las Evaluaciones de los Efectos a la Salud; HGV, Valor Guiador de la Salud; IRIS, Sistema de Información de Riesgo Integrado; MADL, Nivel de Dosis Recomendada Máxima; MDH, Departamento de Salud de Minnesota; MRL, Nivel de Riesgo Mínimo; NOAEL, Nivel de Efecto Adverso No Observado; OEHHA, Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental; PHG, Meta Sanitaria Pública; POD, punto de salida; PPRTV, Valor de Toxicidad Revisado por Colegas Provisional; p-RfC, Concentración de Referencia Provisional; p-RfD, Dosis de Referencia Provisional; REL, Nivel de Exposición de Referencia; ReV, Valor de Referencia; RfC, Concentración de Referencia; RfD, Dosis de Referencia; TCEQ, Comisión de Calidad Ambiental de Texas; TLV-STEL, Valor Límite de Umbral - Límite de Exposición de Corto Plazo; TLV-TWA, Valor Límite de Umbral - Tiempo Promedio Ponderado; UF, factor de incertidumbre; UFS, factor de incertidumbre sub-crónico; US EPA, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Fuentes de HGVs en la Tabla: ACGIH 2019; ATSDR 2021; DPR 2015; ECHA 2017; MDH 2004; OEHHA 2011, 2020a; TCEQ 2020; US EPA 1997, 2007, 2020a, b

^a El POD del valor guiador de la salud provisional seleccionado (p-HGV) fue ajustado por la OEHHA(2008) en el Anexo F. Descripción detallada del ajuste se encuentra en la Tabla H.3.

^b El p-HGV fue establecido para las duraciones de exposición sub-crónica y ajustadas a las duraciones crónicas utilizando un UF (UF_s). UF_s fue aplicado por la OEHHA (2008): ácido benzoico (UF_s = 3), ftalato de bis(2-etilhexilo) (UFS = 3), cromo III (UF_s = 3), freón 11 (UF_s = 10), rubidio (UF_s = 10)

^c Ajuste de la duración de los valores ocupacionales a la exposición continua utilizando la frecuencia respiratoria y el tiempo de exposición según el Apéndice F, Sección iii.3. El 2-metilnaftaleno y el etanol no se ajustaron porque sus criterios de valoración críticos fueron la irritación del tracto respiratorio superior y/o de los ojos, como se analiza en el Apéndice F, Sección iii.3.

^d Población general UF para dar cuenta de los subgrupos sensibles como se analiza en el Apéndice F, Sección iii.3. 2-metilnaftaleno (UF = 3000), cobre (UF = 300), ciclopentano (UF = 3000 basado en estudios discutidos en el documento TLV de la ACGIH sobre ciclopentano que se estableció por analogía con el pentano; ACGIH 2001), etanol (UF = 300), freón 113 (UF = 300), estaño (UF = 300), itrio (UF = 3000)

^e Si el p-HGV agudo era menor que el HGV crónico, entonces se utilizaba el valor crónico. En estos casos, el criterio profesional determinó que los vehículos pesados crónicos eran más confiables y se consideraban protectores de exposiciones agudas (Apéndice

F, Sección iii.4). Para el etanol, se utilizó un p-HGV agudo para el p-HGV crónico, ya que la ACGIH señaló que los efectos agudos ocurren muy por debajo de las concentraciones que se ha demostrado que causan efectos crónicos (ACGIH 2009).

^fSustituto estructural. La metodología para seleccionar sustitutos estructurales y los p-HGV correspondientes se describe en el Apéndice F, Sección v.

^gPeso molecular. Se utilizan HGV sustitutos estructurales en partes por millón (ppm) para el p-HGV del compuesto objetivo. Las ppm del compuesto objetivo se convierten en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por lo tanto, el p-HGV sustituto será equivalente en ppm pero puede no ser equivalente en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ debido a diferencias en el peso molecular.

^hSustituto estructural de la media geométrica de análogos de alcanos. Varios alcanos tenían la misma puntuación de similitud y fuente de p-HGV (TCEQ ReV agudo). Así, se utilizó una media geométrica (5.791 ppb) de los ReV agudos de la TCEQ: n-pentano (200.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), sistema nervioso; n-hexano (19.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), sistema nervioso; heptano (34.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), sistema nervioso; octano (19.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), sistema nervioso; nonano (16.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), sistema nervioso; decano (5.800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ojos. Se consideró que el órgano diana del compuesto eran todos los órganos diana enumerados para los análogos.

ⁱExtrapolación de vía a vía fue ejecutada cuando el p-HGV fue destinado para una vía de exposición otra que no fuera por inhalación por el Anexo F, Sección iii.3. Fluoreno, rubidio, con un 100% de absorción asumida por la vía oral y vías de inhalación; estroncio: con un 85% de absorción asumida por la vía oral y un 100% por la vía de inhalación (Forbes and Reina 1972 como se cita por ATSDR 2004);

^j Duración del ajuste utilizan la Ley de Haber como sigue OEHHA 2008.

^k Sustituto estructural de la media geométrica de análogos de alcanos. Cincuenta y cinco alcanos tuvieron la misma puntuación de similitud y fuente de p-HGV (TCEQ ReV agudo). Por lo tanto, se utilizó una media geométrica (2247 ppb) de los ReV agudos del TCEQ. Se consideró que el órgano diana del compuesto eran todos los órganos diana enumerados para los análogos.

Tabla H.3 Valores provisionales guidores de la salud provisionales no cancerígenos (p-HGVs) derivados del punto de salida (POD) de un valor guidor de la salud existente (HGV). p-HGVs fueron derivados por ajuste de los PODs por la OEHHA (2008) y el Anexo F.

Compuesto	Tipo de HGV	POD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Especies	Efectos Críticos	Extrapolación de Tiempo ^a ; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Extrapolación de ruta a ruta; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	UF _L	UF _A	UF _H	UF _S	UF _D	UF Acumulativo	p-HGV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Acetonitrilo	Agudo	LOAEL = 67,000	H	Opresión del Pecho y sensación de enfriado en el pulmón	4 horas a 1 hr, n = 3; 106,600	N/A	6	1	30	N/A	1	180	590
Ftalato de bis(2-etilhexilo)	Agudo	LOAEL = 1 mg/kg-day	R	Alteración de la homeostasis de la glucosa en crías de ratas adultas después de la exposición fetal	N/A (estudio oral)	Absorción oral/inhalación: n: 50%/100%; ^b 1,750	10	10	10	N/A	1	1000	2
Ciclohexano	Agudo	NOAEL = 860,000	H	Efectos Neuroconductual	4 horas a 1 hr, n = 3; 1,400,000		1	1	100	N/A	1	100	14,000

Compuesto	Tipo de HGV	POD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Especies	Efectos Críticos	Extrapolación de Tiempo ^a ; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Extrapolación de ruta a ruta; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	UF _L	UF _A	UF _H	UF _S	UF _D	UF Acumulativo	p-HGV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Cyclopentane	Agudo	ACGIH n-pentano NOAEL = 14.300.000 (para el peso molecular del ciclopentano)	H	Irritación	10 min a 1 hr, n = 1; 2.390.000	N/A	1	1	100	N/A	1	100	20,000
cis-1,3-Dicloropropeno	Agudo	BMCL HEC no-ocupacional = 50,000	R	Decrementos de Peso	Completados en HEC por 24 horas	N/A	1	6	30	N/A	1	200	250
trans-1,3-Dicloropropeno	Agudo	BMCL HEC no-ocupacional = 50,000	R	Decrementos de Peso	Completados en HEC por 24 horas	N/A	1	6	30	N/A	1	200	250

Compuesto	Tipo de HGV	POD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Especies	Efectos Críticos	Extrapolación de Tiempo ^a ; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Extrapolación de ruta a ruta; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	UF _L	UF _A	UF _H	UF _S	UF _D	UF Acumulativo	p-HGV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
m-Diethylbenzene	Crónico	NOAEL = 190,000	R	Disminución del recuento de leucocitos y linfocitos.	Ajuste para exposición continua; 34,000	N/A	1	10	30	3	1	1000	34
p-Diethylbenzene	crónico	NOAEL = 190,000	R	Disminución del recuento de leucocitos y linfocitos.	Ajuste para exposición continua; 34,000	N/A	1	10	30	3	1	1000	34
Dimetil disulfuro	Agudo	NOAEL = 19,000	R	Degeneración del epitelio olfativo nasal	Exposición de 24 horas, sin ajuste	N/A	1	10	100	N/A	1	1000	19
Freón 113	Crónico	LOAEL = 523,000	H	Disfunción hepatobiliar	Ocupacional a continuo; 187,000	N/A	3	1	10	1	1	30 ^c	6,230

Compuesto	Tipo de HGV	POD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Especies	Efectos Críticos	Extrapolación de Tiempo ^a ; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Extrapolación de ruta a ruta; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	UF _L	UF _A	UF _H	UF _S	UF _D	UF Acumulativo	p-HGV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Freon 12	Agudo	NOAEL = 4,945,603	H	Falta de efectos sobre el electrocardiograma, la cognición, la función neurológica, la función pulmonar y la química clínica. ppulmonar y la química clínica.	NOAEL se aplica a exposiciones agudas de hasta 8 horas, así como a exposiciones diarias repetidas de 8 horas; sin ajuste	N/A	1	1	100	N/A	3	300	20,000
Isopropilbenceno	Agudo	LOAEL = 1,500,000	H	Dolor respiratorio superior y de los ojos	Duración desconocida, sin ajuste		6	1	100	N/A	1	600	3,000
Naftaleno	Agudo	NOAEL = 204,000	H	Hinchazón, desplazamiento de células de las vías respiratorias más grandes	Exposición de 1 hora, sin ajuste		1	10	100	N/A	1	1000	204.3

Compuesto	Tipo de HGV	POD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Especies	Efectos Críticos	Extrapolación de Tiempo ^a ; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Extrapolación de ruta a ruta; POD _{Ajustado} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	UF _L	UF _A	UF _H	UF _S	UF _D	UF Acumulativo	p-HGV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Zinc	Agudo	NOAEL = 400 zinc (como parte del óxido de zinc)	H	Falta de fiebre del zinc o aumento de marcadores de inflamación.	2 hr to 1 hr, n = 3; 500	N/A	1	1	30	N/A	1	30	20
Zinc	Crónico	LOAEL = 1,800	H	Mayor producción crónica de flema.	Ocupacional a continuo; 600	N/A	10	1	30	10	1	3000	0.2

ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists; BMCL, Punto de Referencia del Límite Inferior de la Concentración; EKG, electrocardiograma; H, humano; HEC, Concentración Humana Equivalente; HGV, Valor Guiador de la Salud; hr, hora; LOAEL, nivel de efecto adverso más bajo observado; M, ratón; mg/kg-día, miligramos por kilogramo de peso corporal por día; N/A, no aplica; NOAEL, nivel de efecto adverso no observado; p-HGV, valor guiador provisional de la salud; POD, punto de partida; R, rata; UF, Factor de incertidumbre; UF_A, factor de incertidumbre interespecies; UF_D, factor de incertidumbre de deficiencia en la base de datos; UF_H, factor de incertidumbre intraespecies; UF_L, factor de incertidumbre del nivel de efectos adversos observados más bajo; UF_S, factor de incertidumbre sub-crónico

^a Tiempo de extrapolación para valores agudos basados en la ley de Haber ($C_1 t_1^n = C_2 t_2^n$) como se describe en OEHHA (2008) y el Anexo F, Sección iii.3. Tiempo de extrapolación para valor crónico basado en ajustes ocupacionales descritos en el Anexo F, Sección iii.3.

^bLa extrapolación de ruta a ruta supone una absorción oral/inhalación del 50%/100% (ATSDR 2019; DFG 2016), peso corporal de 70 kg y frecuencia respiratoria diaria de 20 m³/día.

UFs determinados en el memorandum de Metas de la Salud Pública fueron utilizados (OEHHA 2011).

d. Estándares de Calidad del Aire Ambiente

*Tabla H.4 Los estándares de calidad del aire utilizados para evaluar los contaminantes de criterio y el sulfuro de hidrógeno (el Sulfuro de hidrógeno no es un contaminante de criterio pero tiene un estandar de California). Los Estándares de Calidad del Aire Ambiente de California (CAAQS) fueron utilizados cuando estaban disponibles; de lo contrario Los Estándares de la Calidad del Aire Ambiente Primarios Nacionales (NAAQS) fueron utilizados. Los NAAQS son los niveles necesarios para la calidad de aire, con margen adecuado para seguridad, para proteger la salud pública. Adaptado de la CARB (2016b).**

Contaminante	Fuente del Estándar	Tiempo Promediado	Concentración ^a	Base para el Estándar	Método
Materia Particulada Fina (PM _{2.5})	Nacional	24 horas	35 µg/m ^{3b}	• Mortalidad (incluyendo la mortalidad debida a condiciones respiratorias y cardiovasculares) • Efectos cardiovasculares (incluyendo visitas de ER y admisiones de hospital por enfermedad isquémica del corazón y fallo cardíaco) • Efectos respiratorios (incluyendo visitas de ER y admisiones de hospital por COPD e infección respiratoria entre los adultos o las personas de todas las edades, y síntomas respiratorios incrementados y función pulmonar decreciente en niños con asma) (US EPA 2020c)	Separación Inercial y Análisis Gravimétrico

Contaminante	Fuente del Estándar	Tiempo Promediado	Concentración ^a	Base para el Estándar	Método
	California	Muestras de 24 horas, media aritmética anual	12 µg/m ³ c,d	• Prevención de muertes excesivas y enfermedades por exposiciones a largo plazo • Las enfermedades incluyen síntomas respiratorios, exacerbación de asma, y admisiones hospitalarias debidas a enfermedades cardíacas y respiratorias. • Sub-poblaciones sensibles incluyen niños, los adultos mayores, y los individuos con enfermedad cardio-pulmonar pre-existente (California Code of Regulations 1984)	Gravimétrico o Atenuación Beta
Ozono (O ₃)	California	1 hora	0.09 ppm (180 µg/m ³) ^{c,e}	• Exposiciones a corto plazo (1) Exposiciones de 1 hora y multi-horarias: decrementos de función pulmonar, y síntomas de irritación respiratoria como tos, respirar con dificultad, y dolor al inhalar profundamente (2) Exposiciones Multi-horarias: hiperactividad de las vías respiratorias e inflamación (3) Muertes excesivas, hospitalización, visitas a ER, exacerbación del asma, síntomas respiratorios y restricciones en actividades	Fotometría ultravioleta
		8 horas	0.070 ppm (137 µg/m ³) ^{c,f}		

Contaminante	Fuente del Estándar	Tiempo Promediado	Concentración ^a	Base para el Estándar	Método
				Exposiciones a largo plazo: cambios de tejido en el tracto respiratorio, decremento en la función pulmonar, visitas al ER debido al asma (California Code of Regulations 1984)	
Monóxido de Carbono (CO)	California	1 hora	20 ppm (23 mg/m ³)	- Angina pectoris agravada y otros aspectos de la enfermedad coronaria del corazón. - Disminuida tolerancia al ejercicio en personas con enfermedad vascular periférica y enfermedad pulmonar - Discapacidad de las funciones del sistema nervioso central - Posible aumento del riesgo para los fetos (California Code of Regulations 1984)	Fotometría Infrarroja no Dispersa
		8 horas	9.0 ppm (10 mg/m ³) ⁹		
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	California	1 hora	0.03 ppm (42 µg/m ³)	Excede el umbral de olor (California Code of Regulations 1984)	Fluorescencia ultravioleta
Plomo (Pb)	California	Promedio de 30 días	1.5 µg/m ³	- Aumento de la Carga Corporal - Alteración de la formación de sangre y conducción de los nervios (California Code of Regulations 1984)	Absorción atómica
	Nacional	Promedio de 3 meses	0.15 µg/m ³	Neurológico (incluyendo efectos neurocognitivo [IQ] y	Muestreador de Alto

Contaminante	Fuente del Estándar	Tiempo Promediado	Concentración ^a	Base para el Estándar	Método
		continuos durante 3 años ^h		neuroconductuales), efectos hematológicos e inmunes en los niños • Hematológicos, cardiovasculares, y efectos renales en los adultos (US EPA 2008)	Volumen y Absorción Atómica

COPD, Enfermedad de obstrucción pulmonar crónica; ER, Sala de Emergencias; IQ, cociente intelectual; PM_{2.5}, materia particulada de diámetro de menos de 2.5 micrones(μm)

*Materia Particulada de menos de 10 micrones de diámetro (μm) (PM₁₀), dióxido de azufre, y dióxido de nitrógeno son también contaminantes de criterio del aire pero que no fueron objeto de monitoreo en Lost Hills.

^a La concentración expresada primero en unidades en las cuales fue promulgada. Las unidades equivalentes indicadas entre paréntesis son basadas en una temperatura de referencia de 25°C y una presión de referencia de 760 torr. La mayoría de medidas de la calidad del aire deberán ser corregidas a una temperatura de referencia de 25°C y a una presión de referencia de 760 torr; ppm en esta tabla se refiere por volumen, o micromoles de contaminante por mol de gas.

^b El PM_{2.5} de 24 horas NAAQS se logra cuando el 98 por ciento de las concentraciones diarias, promediadas durante tres años, son iguales a o menores que el estándar.

^c Los estándares para el ozono de California, monóxido de carbono (excepto el de 8-horas en Lake Tahoe), dióxido de sulfuro (1- y 24 horas), dióxido de nitrógeno, y materia particulada (PM₁₀, PM_{2.5}, y partículas que causan la reducción de visibilidad), son valores que no deben excederse. Todos los demás no deben ser igualados ni superados. Los estándares de calidad del aire en el ambiente de California son listados en la Tabla de Estándares en la Sección 70200 del Título 17 del Código de Regulaciones de California(1984).

^d El "Promedio Anual del Estado" para PM_{2.5} es el promedio de los promedios trimestrales del año. El estándar anual de California se excede cuando el Promedio Anual Estatal es mayor a 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y es *incumplido* cuando el Valor Designado Estándar Anual del Estado (el promedio anual estatal más alto por tres años consecutivos) es mayor que 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (CARB 2016a).

^e El estándar estatal de 1 hora de ozono es *excedido* siempre que el máximo diario de una observación de una hora

(después de aproximar a dos decimales) es mayor que 0,09 ppm (CARB 2017a).

^f El estándar estatal de 8 horas de ozono se *excede* cuando el máximo diario de promedio de ozono de 8 horas (después de aproximar a tres decimales) es mayor que 0,070 ppm (CARB 2017b).

^g Lake Tahoe tiene un Estándar de Monóxido de Carbono de 8 horas especial de 6 ppm (7 mg/m³).

^h El tiempo promedio es un período de 3 meses continuo con una forma máxima (que no debe excederse), evaluada a lo largo de un período de 3 años (US EPA 2008p.66964).

e. Referencias

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). 2001. Cyclopentane, Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices Cincinnati, OH.

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). 2009. Ethanol, Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices Cincinnati, OH.

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). 2020. TLVs(R) and BEIs(R) with 8th Edition Documentation.
<https://portal.acgih.org/s/store#/store/browse/tiles>.
<https://portal.acgih.org/s/store#/store/browse/tiles>.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2004. Toxicological Profile for Strontium. April 2004. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp159.pdf> [accessed 29 April 2021].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2019. Toxicological Profile for Di(2-Ethylhexyl)Phthalate (DEHP). Draft for Public Comment. December 2019. US Department of Health and Human Services, Public Health Service.
<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp9.pdf> [accessed 28 April 2021].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2023. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances. MRL List.
<https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx> [page last reviewed 20 Sep 2023; accessed 22 Sep 2023].

Cal/OSHA (California Occupational Safety and Health Administration). 2018. Permissible Exposure Limits for Chemical Contaminants Table AC-1. Section 5155. Airborne Comtaminants in Cal/OSHA- Title 8 regulations. Department of Industrial Relations. https://www.dir.ca.gov/title8/5155table_ac1.html [accessed 22 November 2019].

California Code of Regulations. 1984. 17 CCR § 70200. Table of Standards. In: Title 17. Public Health, Division 3. Air Resources, Chapter 1. Air Resources Board, Subchapter 1.5. Air Basins and Air Quality Standards, Article 2. Ambient Air Quality Standards
[https://govt.westlaw.com/calregs/Document/I020618D0D60811DE88AEDDE29ED1DC0A?viewType=FullText&originationContext=documenttoc&transitionType=CategoryPageItem&contextData=\(sc.Default\)&bhcp=1](https://govt.westlaw.com/calregs/Document/I020618D0D60811DE88AEDDE29ED1DC0A?viewType=FullText&originationContext=documenttoc&transitionType=CategoryPageItem&contextData=(sc.Default)&bhcp=1) [accessed 11 Feb 2021].

CARB (California Air Resources Board). 2016a. Ambient Air Quality Standards CARB, California Environmental Protection Agency. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2020-07/aaqs2.pdf> [accessed 21 April 2021].

CARB (California Air Resources Board). 2016b. iADAM: Air Quality Data Statistics. Index of /explains. annavgpm25st.html. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://www.arb.ca.gov/adam/explains/annavgpm25st.html> [accessed 10 Feb 2021].

CARB (California Air Resources Board). 2017a. iADAM: Air Quality Data Statistics. Index of /explains. st8hrdaysmaxdays.html. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://www.arb.ca.gov/adam/explains/st8hrdaysmaxdays.html> [accessed 10 Feb 2021].

CARB (California Air Resources Board). 2017b. iADAM: Air Quality Data Statistics. Index of /explains. st1hrdaysmaxdays.html. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://www.arb.ca.gov/adam/explains/st1hrdaysmaxdays.html> [accessed 10 Feb 2021].

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft). 2014. Zinc and its inorganic compounds [MAK Value Documentation, 2010]. The MAK-Collection for Occupational Health and Safety Part I, MAK Value Documentations 2014. p. 1-63. German Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area, German Research Foundation [Deutsche Forschungsgemeinschaft]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/3527600418.mb744066e4914> [accessed 28 April 2021].

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft). 2016. Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) [MAK Value Documentation, 2015]. The MAK-Collection for Occupational Health and Safety Vol 1, No 3. German Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area, German Research Foundation [Deutsche Forschungsgemeinschaft]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.mb11781e5916> [accessed 28 Sep 2023].

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft). 2023. The MAK-Collection for Occupational Health and Safety. German Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area, German Research Foundation [Deutsche Forschungsgemeinschaft]. <https://onlinelibrary.wiley.com/browse/book/10.1002/3527600418/all-topics>; https://series.publisso.de/sites/default/files/documents/series/mak/lmbv/Vol2022/Iss2/Doc002/mbwl_2022_eng.pdf [accessed 22 Sep 2023].

DPR (Department of Pesticide Regulation). 2015. 1,3 -Dichloropropene. Risk Characterization Document. Inhalation Exposure to Workers, Occupational and Residential Bystanders and the General Public. December 31, 2015. DPR, California Environmental Protection Agency.

https://www.cdpr.ca.gov/docs/risk/rcd/dichloro_123115.pdf [accessed 29 April 2021].

ECHA (European Chemicals Agency). 2021a. Registration Dossier: Zinc. Endpoint summary. Additional Information. <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/16146/7/2/1> First Published: 17 March 2011. Last modified: 25 Feb 2021 [accessed 28 April 2021].

ECHA (European Chemicals Agency). 2021b. Registration Dossier: Zinc. Toxicological Summary. <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/16146/7/1> First Published: 17 March 2011. Last modified: 25 Feb 2021 [accessed 28 April 2021].

ECHA (European Chemicals Agency). 2023. Registration Dossier: Dimethyl disulphide. Toxicological information. Acute Toxicity: inhalation. 002 Key | Experimental result. <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/13671/7/3/3/?documentUUID=53b9c069-4402-417f-9712-1d003c97b97a> First Published: 20 Dec 2010. Last modified: 22 March 2023 [accessed 8 March 2023].

Forbes GB, Reina JC. 1972. Effect of age on gastrointestinal absorption (Fe, Sr, Pb) in the rat. J Nutr 102(5):647-652.

Hurst HE. 2007. Toxicology of 1,3-butadiene, chloroprene, and isoprene. Rev Environ Contam Toxicol 189:131-179.

IARC. 2021a. International Agency for Research on Cancer. Carcinogenicity of acrolein, crotonaldehyde, and arecoline. Lancet Oncol 22(1):19-20.

IARC (International Agency for Research on Cancer). 2021b. List of Classifications: Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1-129. Last updated 2021-03-26 09:00am (CEST). <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications> [accessed 6 May 2021].

MDH (Minnesota Department of Health). 2004. Naphthalene - Guidance for Air. <https://www.health.state.mn.us/communities/environment/risk/docs/guidance/air/naphthalene.pdf> [accessed 29 April 2021].

MDNRE (Michigan Department of Natural Resources and Environment). 2010. Interoffice communication. Screening level re-evaluation for Cumene. http://www.deq.state.mi.us/aps/downloads/ATSL/98-82-8/98-82-8_IRSL.pdf [accessed 26 March 2020].

Michigan EGLE (Michigan Department of Environment Great Lakes Energy [formerly DEQ]). 2015. Chemical Update Worksheet. Isopropylbenzene (Cumene). https://www.michigan.gov/documents/deq/deq-rrd-chem-IsopropylBenzeneDatasheet_527865_7.pdf [accessed 26 March 2020].

NRC (National Research Council). 2008. Emergency and Continuous Exposure Guidance

Levels for Selected Submarine Contaminants: Volume 2. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12032> [accessed 22 Sep 2023].

NTP (National Toxicology Program). 2016. Report on Carcinogens, Fourteenth Edition. Research Triangle Park, NC: United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health. <https://ntp.niehs.nih.gov/go/roc14> [accessed 26 February 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2005. Proposition 65 Maximum Allowable Dose Level (MADL) for Reproductive Toxicity for Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) by Oral Exposure. Office of Environmental Health Hazard Assessment, Reproductive and Cancer Hazard Assessment Section. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/proposition-65/chemicals/dehporalmadl062405.pdf> [accessed 27 March 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2008. Technical Support Document for the Derivation of Noncancer Reference Exposure Levels. Oakland, CA: Air Toxicology and Epidemiology Branch, OEHHA, <https://oehha.ca.gov/air/cnr/notice-adoption-air-toxics-hot-spots-program-technical-support-document-derivation> [accessed 23 March 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2009. Technical Support Document for Cancer Potency Factors: Methodologies for derivation, listing of available values, and adjustments to allow for early life stage exposures. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/cnr/tsdcancerpotency.pdf> [accessed 02 September 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2010. Public Health Goals for Chemicals in Drinking Water: Styrene. December 2010. https://oehha.ca.gov/media/downloads/water/chemicals/phg/122810styrene_0.pdf [accessed 28 April 2021].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2011. Memorandum Update of the Freon 113 Public Health Goal. Sacramento, CA: <https://oehha.ca.gov/media/downloads/water/chemicals/phg/freon113021011.pdf> [accessed 23 March 2020].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2020. The Proposition 65 List [updated 19 March 2021]. <https://oehha.ca.gov/proposition-65/proposition-65-list> [accessed 6 May 2021].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2023. Chemical Databases. <https://oehha.ca.gov/node/11208> [accessed 22 Sep 2023].

Placke ME, Griffis L, Bird M, Bus J, Persing RL, Cox LA, Jr. 1996. Chronic inhalation oncogenicity study of isoprene in B6C3F1 mice. *Toxicology* 113(1-3):253-262.

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2015. Pentane, All Isomers, CAS Registry Numbers: n-Pentane: 109-66-0, Isopentane: 78-78-4, Neopentane: 463-82-1, Development Support Document. <https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm> [accessed 04 May 2020].

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2023. Welcome to the Texas Air Monitoring Information System (TAMIS) Web Interface. <https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm?fuseaction=home.welcome> [accessed 22 Sep 2023].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1997. Health Effects Assessment Summary Tables FY 1997 Updates. EPA-540-R-97 036, PB97-921199, July 1997. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=2877> [accessed 24 August 2020].

US EPA. 2008. United States Environmental Protection Agency. National Ambient Air Quality Standards for Lead; Final Rule. In: 73 FR 66964 (November 12, 2008) 40 CFR Parts 50, 51, 53 and 58 <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2008-11-12/pdf/E8-25654pdf> [accessed 21 April 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2009. Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for n-Pentane (CASRN 109-66-0). Cincinnati, OH: Superfund Health Risk Technical Support Center, National Center for Environmental Assessment, US EPA. <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/Pentanen.pdf> [accessed 04 May 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2011. Exposure Factors Handbook: 2011 Edition. Chapter 6-Inhalation Rates. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-09/052F. Available from the National Technical Information Service, Springfield, VA. <https://www.epa.gov/expobox/exposure-factors-handbook-chapter-6> [accessed 28 April 2021].

US EPA. 2020. United States Environmental Protection Agency. Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter. In: 85 FR 82684 (December 18, 2020) 40 CFR Part 50 <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2020-12-18/pdf/2020-27125.pdf> [accessed 29 April 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2023a. Integrated Risk Information System. <https://www.epa.gov/iris> [last updated 28 August 2023; accessed 22 Sep 2023].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2023b. Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values (PPRTVs). <https://www.epa.gov/pprtv> [last updated 2 August 2023; accessed 22 Sep 2023].

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

I. Resultados de la Evaluación de Riesgo

Los datos del monitoreo del aire del Estudio de Aire en Vecindarios cerca de Fuentes de Petróleo (SNAPS) para Lost Hills fue utilizado para conducir una evaluación de riesgo a la salud humana. La evaluación de riesgo a la salud humana caracteriza los impactos potenciales a la salud humana, incluyendo los estimados de riesgo de cáncer, los cocientes de peligrosidad agudos no cancerígenos (HQs) y los índices de peligrosidad (HIs), y HQ y HI crónicos no relacionados con el cáncer. El reporte discutió los resultados de la evaluación de riesgos en la sección 4.3. Este anexo provee tablas más detalladas y figuras de resultados por químicos, organizados por tipo de riesgo.

a. Resultados de Cáncer

Tabla I.1. Estimados de riesgos de cáncer po cada uno de los carcinógenos individuales. Mostrado como riesgo de cancer por millón y porcentaje (%) de contribución para el riesgo de cáncer acumulativo. Los compuestos están organizados por riesgo de cáncer en orden decreciente. Los riesgo mayores de uno en un millón están en negrillas. El riesgo de cáncer acumulativo (710 por millón) es determinado resumiendo los riesgos para cada carcinógeno individual.

Compuesto	Frecuencia de Detección (%)	Riesgo de Cáncer (por millón)	% de Contribución al riesgo de cáncer
PM diésel	100 ^a	460	65
Tetra-cloruro de Carbono	100	67	9.5
Formaldehído	90	66	9.3
Benceno	90 (RT**)	36	5.1
Cromo VI	96 ^b	30	4.2
Acetaldehído	90	19	2.7
Arsénico	63	17	2.5

Compuesto	Frecuencia de Detección (%)	Riesgo de Cáncer (por millón)	% de Contribución al riesgo de cáncer
Níquel	78	3.5	0.49
Estireno	76 (RT)	3.2	0.45
Isoprene	37	2.7	0.38
Etilbenceno	59 (RT)	2.3	0.32
Naftaleno	89	1.2	0.17
Hexacloroetano	25	1.1	0.15
Percloroetileno	7	0.88	0.12
Isopropilbenceno *	12	0.52	0.073
Ftalato de bis (2-etilhexilo)	11	0.15	0.021
Plomo	89	0.12	0.017

*Indica que el valor guizador de la salud utilizado en el cálculo del riesgo no fue derivado por la OEHHA. **RT, datos en tiempo real (algunos compuestos fueron medidos en tiempo real y en el laboratorio; RT denota que los datos de tiempo real fueron utilizados para la evaluación de riesgo de cáncer)

^(a)Basado en el carbono negro.

^(b)basado en el cromo total.

b. Resultados no cancerígenos

Tabla I.2 El resumen de los cocientes de peligrosidad agudos y crónicos (HQs) incluyendo los valores guías (HGVs) y las concentraciones máximas/promedio de aire. La duración de exposición deseada para el HGV agudo y la duración para la muestra de aire máxima utilizada se muestran también. DF inferior (frecuencia de detección) se refiere a los compuestos con <5% DF en muestreo de tiempo real o detección ≤ 1 sobre el límite reportado para muestreo discreto; estos compuestos no fueron incluidos en el análisis crónico.

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
Acetaldehído	75-07-0	470	1	8.024	24	0.017	140	1.906	0.014
Acetona	67-64-1	20,000	24 ^b	35.61	24	0.002	16,000	10.714	0.00067
Acetonitrilo	75-05-8	590	1	2.685	24	0.0046	Bajo DF		
Acroleína	107-02-8	2,5	1	5,5	24	2.2	0.35	1.831	5.2
Aluminio	7429-90-5	HGV no agudo					5	1.99	0.40
Antimonio	7440-36-0	1	24 ^b	0.0209	24	0.021	0.3	0.00707	0.024

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo (µg/m³)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire (µg/m³)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico (µg/m³)	Promedio de Conc. de Aire (µg/m³)	HQ Crónico
Arsénico	7440-38-2	0.2	1	0.0229	24	0.11	0.015	0.00146	0.097
Bario	7440-39-3	HGV no agudo					0.50	0.0499	0.10
Benceno	71-43-2	27	1	8.04	1	0.30	3	0.364	0.12
Ácido Benzoico	65-85-0	HGV no agudo					0.7	0.102	0.15
Ftalato de bis (2-etilhexilo)	117-81-7	2	24 ^b	0,065	24	0.03	1	0.018	0.02
n-Butano	106-97-8	220,000	1	784	1	0.0036	24,000	7.27	0.00030
1- Buteno	106-98-9	62,000	1	0.807	1	0.000013	5,300	0.0287	0.0000054
Cis-2-butano	590-18-1	34,000	1	3.16	1	0.000093	Bajo DF		
Trans-2-buteno	624-64-6	34,000	1	0.391	1	0.000012	Bajo DF		

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
Tetra-cloruro de Carbono	56-23-5	1,900	1	0.516	24	0.000 27	40	0.45	0.011
Cromo III	16065-83-1	12	1	0.0508	24	0,004 2	2	0,0058 1	0.0029
Cromo VI	18540-29-9	1.3	24	0.0005 13	24	0.000 39	0.2	0.0000 587	0.00029
Cobre	7440-50-8	100	1	0,07	24	0,000 70	1	0.0112	0.011
Ciclohexano	110-82-7	6,000	Crónico	8.34	24 rodante	0.001	6,000	0.808	0.00013
Ciclopentano	287-92-3	20,000	1	60.1	1	0.003	205	0.752	0.0037
n-Decano	124-18-5	5,800	1	2.29	1	0.000 39	1,100	0.0846	0.00007 7
cis-1,3-Dicloropropeno	10061-01-5 (542-75-6)	250	24	1.542	24	0.006 2	Bajo DF		

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
trans-1,3-Dicloropropeno	10061-02-6 (542-75-6)	250	24	0.998	24	0.0040	Bajo DF		
PM diésel	N/A	Ningun HGV agudo					5	0.419	0.084
m-Di-etilbenceno	141-93-5	30,000	24 ^b	2	24 rolling	0.000067	34	0.407	0.012
p-Di-etilbenceno	105-05-5	30,000	24 ^b	1.94	24 rolling	0.000065	34	0.349	0.010
2,2-dimetilbutano	75-83-2	19,000	1	6.86	1	0.00036	670	0.143	0.00021
2,3-dimetilbutano	79-29-8	19,000	1	19.8	1	0.0010	670	0.428	0.00064
Dimetil Disulfuro	624-92-0	19	24	38.12	24	2.0	Bajo DF		

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
2,3-dimetilpentano	565-59-3	34,000	1	17.9	1	0.00053	9,000	0.325	0.000036
2,4-dimetilpentano	108-08-7	34,000	1	12.6	1	0.00037	9,000	0.151	0.000017
n-Dodecano	112-40-3	40,000	1	29.3	1	0.00073	Bajo DF		
Etanol	64-17-5	6.270	1	18.64	24	0.0030	6.270	5.296	0.00084
Etano	74-85-1	570,000	1	12.1	1	0.000021	6.100	0.277	0.000045
Etilbenceno	100-41-4	20,000	24 ^b	1.56	24 rolling	0.000078	2,000	0.265	0.00013
m-Etiltolueno	620-14-4	20,000	24 ^b	0.47	24 rolling	0.000024	2,000	0.117	0.000059
o-Etiltolueno	611-14-3	20,000	24 ^b	0.18	24 rolling	0.0000090	2,000	0.0406	0.000020

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
p-Etiltolueno	622-96-8	20,000	24 ^b	0.898	24 rolling	0.000045	2,000	0.0777	0.000039
Fluoreno	86-73-7	HGV no agudo					100	0.001	0,000010
Formaldehído	50-00-0	55	1	6.95	24	0.13	9	3.142	0.35
Freón 11	75-69-4	HGV no agudo					100	1.223	0.012
Freón 113	76-13-1	7,990	1	0.582	24	0.000073	6,230	0.489	0.0000785
Freón 12	75-71-8	20,000	24	2.619	24	0.0001	100	2.162	0.022
n-Heptano	142-82-5	34,000	1	26.3	1	0.00077	400	0.468	0.0012
Hexacloroetano	67-72-1	60,000	24 ^b	0.11	24	0.0000018	30	0.028	0.00093

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo (µg/m³)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire (µg/m³)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico (µg/m³)	Promedio de Conc. de Aire (µg/m³)	HQ Crónico
n-Hexano	110-54-3	19,000	1	91.2	1	0.0048	7,000	1.17	0.00017
Sulfuro de Hidrógeno	7783-06-4	42	1	11.3	1	0.27	10	0.810	0.081
Isobutano	75-28-5	78,000	1	477	1	0.0061	24,000	4.46	0.00019
Isopreno	78-79-5	3,900	1	5.46	1	0.0014	390	0.144	0.00037
Isopropilbenceno	98-82-8	Ningun HGV agudo					400	0.0491	0.00012
Manganeso	7439-96-5	5	24	0.513	24	0.10	0.09	0.0409	0.45
2-Metilbutano	78-78-4	200.000	1	371	1	0.0019	24,000	3.91	0.00016
Metilciclohexano	108-87-2	9,000	1	78.1	1	0.009	3,000	1.52	0.0005
Metilciclopentano	96-37-7	19,000	1	143	1	0.0075	7,000	1.88	0.0003

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
Butanona	78-93-3	13,000	1	2.515	24	0.00019	5,000	0.661	0.00013
2-metilheptano	592-27-8	19,000	1	8.15	1	0.00043	1,800	0.234	0.00013
3-metilheptano	589-81-1	19,000	1	2.68	1	0.00014	1,800	0.0845	0.000047
2-metilhexano	591-76-4	34,000	1	18.1	1	0.00053	9,000	0.33	0.000037
3-metilhexano	589-34-4	34,000	1	28.2	1	0.00083	9,000	0.452	0.000050
2-Metilnaftaleno	91-57-6	10,000	1	0.085	24	0.0000085	1	0.016	0.016
2-Metilpentano	107-83-5	19,000	1	89.3	1	0.0047	670	1.13	0.0017
3-metilpentano	96-14-0	19,000	1	34.1	1	0.0018	670	0.612	0.00091

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
Naftaleno	91-20-3	204	1	0.039	24	0.000191	9	0.01	0.0011
Níquel	7440-02-0	0.2	1	0.0285	24	0.14	0.014	0.00382	0.27
n-Nonano	111-84-2	16,000	1	4.51	1	0.00028	20	0.147	0.0074
n-Octano	111-65-9	19,000	1	11.7	1	0.00062	1,800	0.268	0.00015
n-Pentano	109-66-0	200.000	1	302	1	0.0015	1,000	2.97	0.0030
1-Penteno	109-67-1	34,000	1	0.663	1	0.000020	Bajo DF		
cis-2-penteno	627-20-3	34,000	1	0.627	1	0.000018	Bajo DF		
Trans-2-penteno	646-04-8	34,000	1	1.29	1	0.000038	Bajo DF		

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
Percloroetileno	127-18-4	20,000	1	0.285	24	0.000014	35	0.042	0.0012
n-Propilbenceno	103-65-1	20,000	24 ^b	2.04	24 rolling	0.00010	1,000	0.271	0.00027
Propilene	115-07-1	HGV no agudo					3,000	0.0786	0.000026
Rubidio	7440-17-7	HGV no agudo					1	0.00579	0.0058
Selenio	7782-49-2	HGV no agudo					20	0.000424	0.000021
Estroncio	7440-24-6	HGV no agudo					2,000	0.0211	0.000011
Estireno	100-42-5	21,000	1	1.76	1	0.000084	900	0.123	0.00014
Estaño	7440-31-5	HGV no agudo					2	0.0107	0.0054

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
Tolueno	108-88-3	5,000	1	16.2	1	0.003 ₂	420	0.517	0.0012
1,2,3-trimetilbeceno	526-73-8	15,000	1	5.96	1	0.000 ₄₀	60	0.304	0.0051
1,2,4-trimetilbeceno	95-63-6	15,000	1	3.15	1	0.000 ₂₁	60	0.179	0.0030
1,3,5-Trimetilbenceno	108-67-8	15,000	1	2.01	1	0.000 ₁₃	60	0.0523	0.00087
2,2,4-Trimetilpentano	540-84-1	19,000	1	93.9	1	0.004 ₉	1,800	1.46	0.00081
2,3,4-trimetilpentano	565-75-3	19,000	1	2.9	1	0.000 ₁₅	1,800	0.0815	0.00004 ₅
n-Undecano	1120-21-4	40,000	1	2.83	1	0.000 ₀₇	Bajo DF		
Vanadio	7440-62-2	0.80	24 ^b	0.0933	24	0.12	0.1	0.0089 ₁	0.089

Compuesto	Número de Registro CAS	HGV Agudo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de HGV (hora)	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la muestra de aire Max ^a (hr)	HQ Agudo	HGV Crónico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio de Conc. de Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ Crónico
m/p-Xileno	1330-20-7	22,000	1	33.2	1	0.0015	700	0.319	0.00046
o-Xileno	95-47-6	22,000	1	11.4	1	0.00052	700	0.146	0.00021
Itrio	7440-65-5	HGV no agudo					0.1	0.00104	0.010
Zinc	7440-66-6	20	1	0.243	24	0.01	0.2	0.0343	0.2

Abreviaciones: CAS, Chemical Abstracts Service; conc., concentración; max, máximo

^a Con el objeto de tener la comparación más precisa, HGVs fueron comparados con la concentración disponible máxima más apropiada para la duración deseada del HGV. Esto incluye la medición de una 1 hora máxima para muestras en tiempo real, el máximo promedio de 24 horas para muestras discretas, o el promedio continuo de 24 horas máximo para muestras en tiempo real.

^b HGV-provisional (p-HGV) es basado en la Agencia de Registro de Enfermedades por Sustancias Tóxicas (ATSDR) nivel de riesgo mínimo agudo (MRL), el cual es protector de las exposiciones entre 1 y 14 días (ATSDR 2018). Estas son notadas como duraciones de 24 horas porque las horas de muestreo usados como comparación fue de 24 horas.

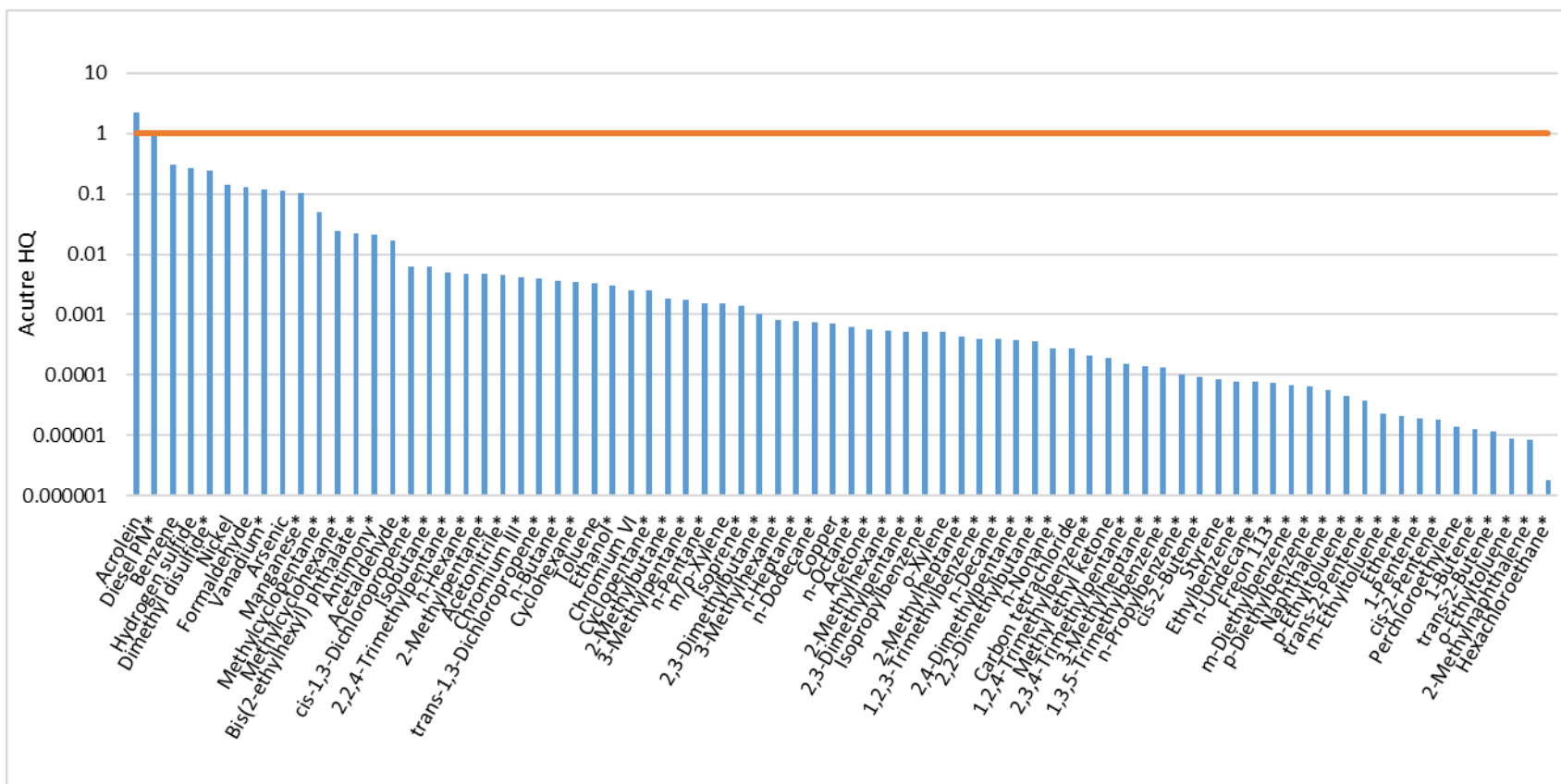


Figura I.1 Los cocientes de peligrosidad más agudos (HQs) para los 78 compuestos medidos durante el monitoreo del aire de SNAPS en Lost Hills. Los HQs son presentados de los más altos a los más bajos. La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos adversos a la salud. Trimetilbencenos, xilenos, cis - y trans-2 butano, cis y trans - 1,3- di-cloropropeno tiene HGVs que son desarrollados de tal manera que una mezcla de isómeros puede ser evaluado en lugar del compuesto individual; la suma de las concentraciones del aire de los isómeros todas resultaron en HQs por debajo de 1. *HGV es provisional (HGV no es una REL aguda de la OEHA).

Tabla I.3 Cocientes de Peligrosidad Agudos (HI) los cuales combinan los cocientes de peligrosidad (HQs) para los compuestos con el mismo órgano objetivo. Un HI de menos de o igual a el que indica que los efectos de la salud en el

órgano objetivo no son esperadas que ocurran. A medida que el HQ incrementa arriba de uno, la probabilidad de los efectos en la salud humana incrementa por una cantidad no definida. Sin embargo, las suposiciones protectoras de la salud se construyen en (e.g., concentraciones de aire máximas son utilizadas en una evaluación aguda) de manera que los resultados adversos no puedan ocurrir en el evento cuando los HI exceden a uno. Los HIs que exceden a 1 se encuentran en negrillas. Los HIs son presentados de mayor a menor valor. *Ninguno de los compuestos tenía el sistema reproductivo como órgano diana.

Órgano Objetivo	HI
Sistema Respiratorio	4.5
Ojos	2.4
Sistema Inmune	0.45
De Desarrollo	0.45
Sistema Nervioso	0.42
Sistema Hematológico	0.30
Sistema Cardiovascular	0.12
Sistema Endócrino	0.062
Toxicidad General	0.014
Piel	0.0030
Sistema Digestivo	0.00029
Sistema Reproductor	N/A*

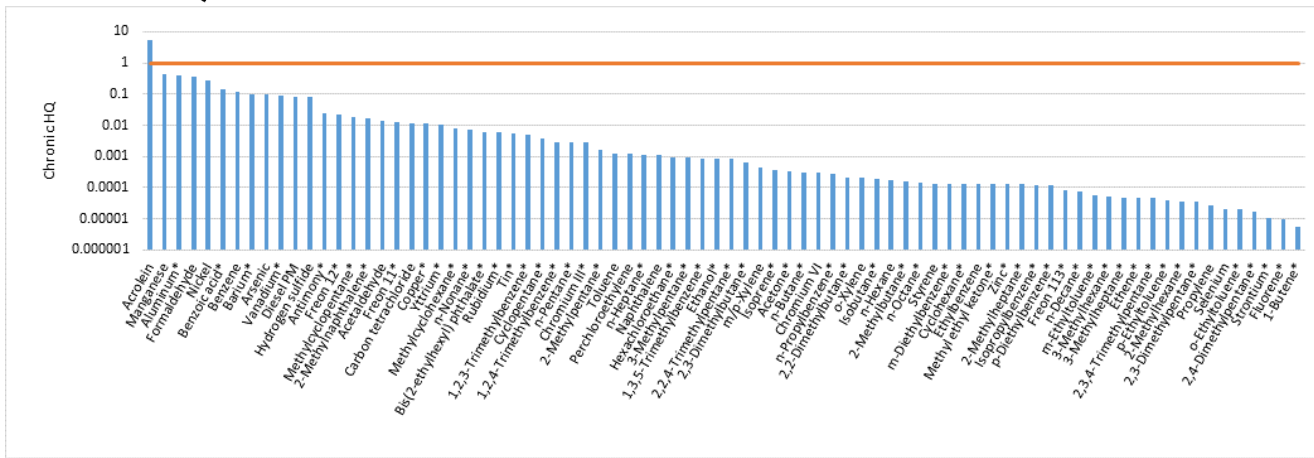


Figura I.2 Cocientes de peligrosidad crónicos (HQs) por 80 compuestos medidos durante el monitoreo del aire de SNAPS en Lost Hills. Los HQs son presentados de los más altos a los más bajos. La línea horizontal naranja indica un HQ de uno, por debajo del cual no se espera que ocurran efectos a la salud. Los trimetilbencenos y los xilenos tienen HGVs que son desarrollados de manera que una mezcla de isómeros puedan ser evaluados en lugar de compuestos individuales; la suma de las concentraciones del aire de los isómeros todos resultaron en HQs menores que 1. *HGV es provisional (HGV no es un REL crónico de la OEHHHA).

Tabla I.4 Los índices de peligrosidad crónicos (HI) el cual combina cocientes de peligrosidad (HQs) para los compuestos con el mismo órgano objetivo. Un HI de menos de o igual a el que indica que los efectos de la salud en el órgano objetivo no son esperadas que ocurran. A medida que el HQ incrementa arriba de uno, la probabilidad de los efectos en la salud humana incrementa por una cantidad no definida. Sin embargo, las suposiciones protectoras de la salud son construidas de tal manera que los resultados adversos no ocurran en el evento cuando los HI exceden a uno. Los HIs que exceden a 1 se encuentran en negrillas. Los HIs son presentados de mayor a menor valor. *Ninguno de los compuestos tenía el sistema reproductivo como órgano diana.

Órgano Objetivo	HI
Sistema Respiratorio	6.6
Sistema Nervioso	1.1
Sistema Hematológico	0.41
De Desarrollo	0.35
Piel	0.11
Sistema Cardiovascular	0.097
Toxicidad General	0.039
Sistema Inmune	0.0025
Sistema Digestivo	0.020
Ojos	0.018
Sistema Endócrino	0.0006
Hueso y Diente	0.000011
Sistema Reproductor	N/A*

c. Las comparaciones entre concentraciones de aire agudo /crónico y HQs entre Lost Hills y varias ubicaciones en California.

Varios compuestos tuvieron concentraciones de aire agudo y crónico que no excedieron el HGV pero estaban dentro de 10 veces de él (con HQ menor o igual que 1 pero mayor o igual a 0.1).

Con respecto a las exposiciones, los siete compuestos con concentraciones de aire entre las 10 veces de su respectivo HGVs fueron el arsénico, benceno, formaldehído, sulfuro de hidrógeno, manganeso, níquel, y vanadio. Los valores HQ variaron de 0,10 a 0,30 (Tabla I.5). Los compuestos fueron detectados a niveles que cayeron dentro de las 10 veces de su HGV a frecuencias de 19% para formaldehído, y menos de 1% para benceno (muestras de tiempo real) y sulfuro de hidrógeno (muestras en tiempo real). Para arsénico, manganeso, níquel, y vanadio, one de cada 46 muestras estaba dentro de 10 veces de la correspondiente HGV. Más información sobre estos compuestos es provista abajo en la Tabla I.5.

Los metales detectados a niveles dentro de 10 veces su HGV agudo, tuvieron un máximo de concentraciones detectadas durante un evento de viento alrededor de Octubre 30, 2019. Las concentraciones máximas de arsénico, magnesio, níquel, y vanadio fueron aproximadamente 3 a 7 veces más altas que el segundo valor más alto. Las concentraciones sustancialmente más altas medidas durante el evento de viento sugirieron que estos metales eran un componente de polvo que arrastraba el viento.

Con respecto a las exposiciones crónicas, los ocho compuestos con concentraciones de aire dentro de 10 veces de su respectiva HGV crónica fueron aluminio, bario, benceno, ácido benzoico, formaldehído, manganeso, níquel y zinc. Más información sobre estos compuestos es provista abajo en la Tabla I.5.

Tabla I.5 Información de Resumen para compuestos con un cociente de peligrosidad agudos o crónicos (HQ) entre 0.1 y 1 ($1 \geq HQ \geq 0.1$). La fuente de HGV se provee junto con las fuentes potenciales del compuesto en el aire del ambiente.

Compuesto (Número de Registro CAS)	HQ	HGV Fuente	Posibles fuentes seleccionadas en el aire ambiente
Aluminio (7429-90-5)	HQ Crónico = 0.40	P-RfC crónico PPRTV	De ocurrencia Natural, utilizado en el desarrollo de petróleo y gas (Stringfellow et al. 2017b)
Arsénico (7440-38-2)	HQ agudo = 0.11	REL agudo de OEHHA	Ocurrencia Natural, refinera de minerales, pesticidas, preservantes de madera (OEHHA 2008)
Bario (7440-39-3)	HQ Crónico = 0.10	RfC crónico HEAST	De ocurrencia Natural, utilizado en la producción de petróleo y gas (ATSDR 2007; OEHHA 2003; Stringfellow et al. 2017b)
Benceno (71-43-2)	HQ agudo = 0.30	REL agudo de OEHHA	La quema de combustibles fósiles, que ocurren naturalmente en el aceite y el petróleo, parte de fluidos de perforación (Garcia-Gonzales et al. 2019; OEHHA 2008)
	HQ Crónico = 0.12	REL crónico OEHHA	
Ácido Benzoico (65-85-0)	HQ Crónico = 0.15	P-RfC subcrónico PPRTV	Emitidos por los escapes de los vehículos, fuentes industriales, pesticidas, y usados en la estimulación de pozos, utilizados en el procesamiento de comestibles (CalGEM 2021; DPR 2019; US EPA 2005; WHO 2000)

Compuesto (Número de Registro CAS)	HQ	HGV Fuente	Posibles fuentes seleccionadas en el aire ambiente
Formaldehído (50-00-0)	HQ agudo = 0.13	REL agudo de OEHHA	Generalizado en el aire, contaminante secundario del aire, quema de combustibles fósiles, refinado de petróleo, emitido del equipo del yacimiento de petróleo, contenido en compuestos de estimulación de pozos, utilizado en el desarrollo de rutina de petróleo y gas (CalGEM 2021; Garcia-Gonzales et al. 2019; OEHHA 2008; Stringfellow et al. 2017a; Stringfellow et al. 2017b)
	HQ Crónico = 0.35	REL crónico OEHHA	
Sulfuro de hidrógeno (7783-06-4)	HQ agudo = 0.27	REL agudo de OEHHA	Ocurriendo naturalmente en petróleo crudo y gas natural, petróleo y procesamiento de gas, tratamiento de plantas de aguas servidas, contención porcina y operaciones de manejo de estiércol, pulpa y operaciones de papel (ATSDR 2016)
Manganeso (7439-96-5)	HQ agudo = 0.10	ReV agudo TCEQ (24 horas)	De ocurrencia Natural, combustión de gasolinas con manganeso- conteniendo potenciador de octano, pesticidas(OEHHA 2008)
	HQ Crónico = 0.45	REL crónico OEHHA	
Níquel	HQ agudo = 0.14	REL agudo de OEHHA	De ocurrencia natural, quema de combustibles fósiles, asociados con el procesamiento de petróleo y

Compuesto (Número de Registro CAS)	HQ	HGV Fuente	Posibles fuentes seleccionadas en el aire ambiente
(7440-02-0)	HQ Crónico = 0.27	REL crónico OEHHA	emisiones del yacimiento petrolífero (OEHHA 2008; OMNI and DRI 1989; STI 2015)
Vanadio (7440-62-2)	HQ agudo = 0.12	MRL agudo ATSDR	Ocurridos naturalmente, refinerías de petróleo, quema de carbón y aceites residuales de combustibles, emisiones del yacimiento petrolífero (ATSDR 2012; OMNI and DRI 1989)
Zinc (7440-66-6)	Crónico HQ = 0.17	DFG MAK	De origen natural, incendios forestales, minería, instalaciones de producción de zinc, procesamiento de materias primas que contienen zinc (por ejemplo, fundiciones de plomo), fábricas de latón, combustión de carbón y combustible, incineración de desechos, producción de hierro y acero (ATSDR 2005).

Abreviaturas: ATSDR, Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades; CAS, Servicio de Abstractos Químico; DFG MAK, Deutsche Forschungsgemeinschaft concentración máxima en el lugar de trabajo; HEAST, Tablas de Resumen de Evaluación de Efectos Sanitarios; MRL, Nivel de Riesgo Mínimo; OEHHA, Oficina de Evaluación de Peligros Sanitarios del Ambiente; PPRTV, Valor de Toxicidad Revisado por Colegas Provisional; p-RfC, Concentración de Referencia Provisional; REL, Nivel de Exposición de Referencia; ReV, Valores de Referencia; TCEQ, Comisión de Calidad del Ambiente de Texas;

i. Concentraciones máximas de aire y de HQs agudos en varias Ubicaciones de California.

Compuestos con un HQ agudo mayor o igual que 0.1, pero menos que o igual a 1, con datos en Gestión y Análisis de Datos Aerométrico de Internet (iADAM) (2016-2019; CARB 2021) fueron comparados a lo largo de varios sitios de monitoreo de aire de Central Valley (Tabla I.5; Figura I.3). Notablemente, efectos agudos de la salud no van a ser anticipados como resultado de ninguna de estas exposiciones ya que las HQs son menores que uno. A manera de caracterizar las concentraciones de aire altas y en varias ubicaciones, el HQ agudo fue calculado con el 90^{vo} percentil y concentración máxima de aire. Como se analizó en el reporte de la Sección 3.4.2, las concentraciones máximas de arsénico, manganeso, níquel, y vanadio ocurrieron durante un evento de viento (medido en Octubre 30 de 2019). Esto es probablemente el porqué los HQs agudos que se han calculado con la concentración máxima de aire fueron sustancialmente más altos en Lost Hills que para las otras ubicaciones para estos compuestos. Usando el 90^{vo} percentil de concentración del aire en el cálculo de HQs agudos resultó que los HQs agudos que fueron más similares a través de las ubicaciones (Figura I.3). Para los metales, los métodos usados para recolectar y analizar las muestras de filtros no son las mismas entre los datos iADAM (espectrometría de masa con plasma acoplado inductivamente [ICP-MS]) y Lost Hills (fluorescencia de rayos-X [XRF]), y los valores de las dos técnicas pudieran no ser siempre comparables. Por lo tanto, esta comparación deberá ser considerada cualitativa. Formaldehído y benceno, por otra parte, son analizadas utilizando esencialmente métodos idénticos a aquellos utilizados en Lost Hills. Los HQs agudos de formaldehído de Lost Hills estén el nivel bajo del rango observado en las otras ubicaciones, y los HQs agudos de benceno de Lost Hills son menores que los de las otras ubicaciones (Figura I.3).

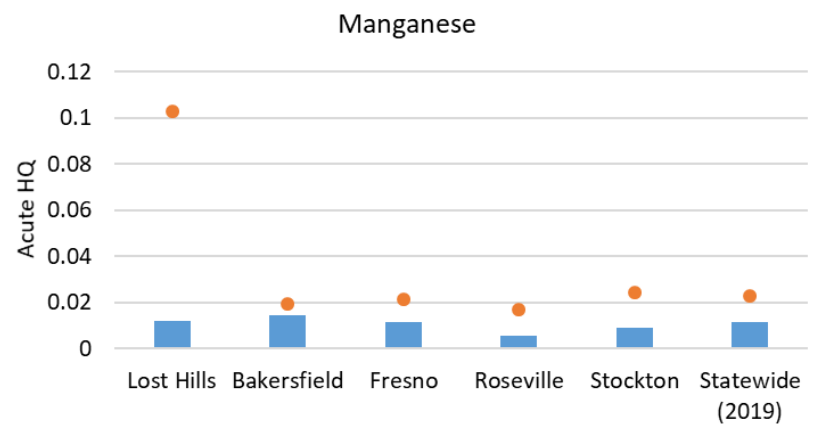
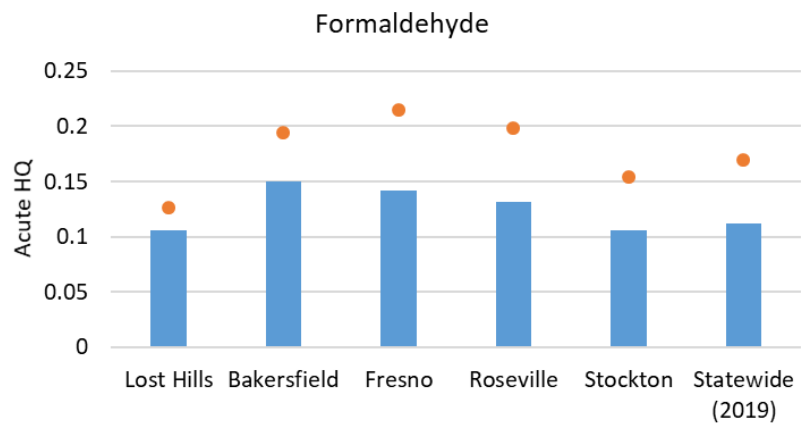
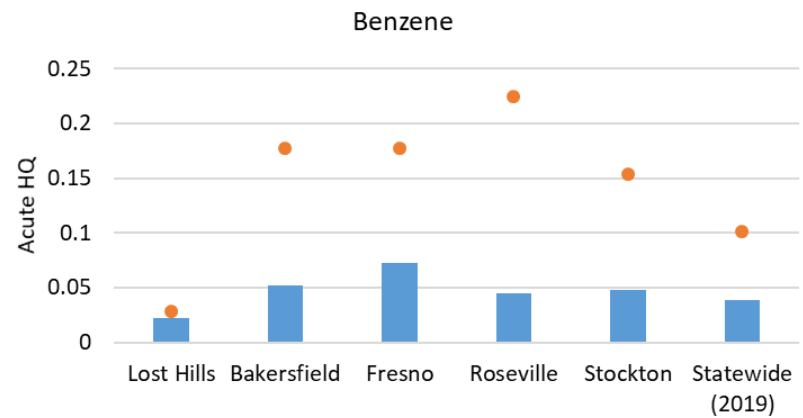
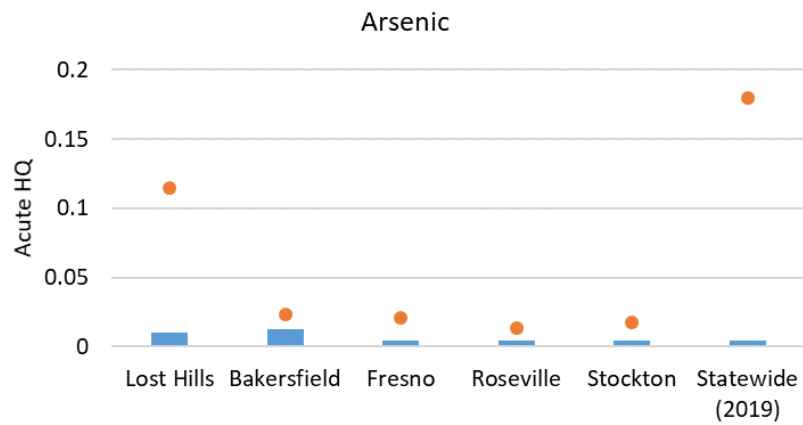
El máximo de la muestra discreta de benceno fue utilizado en este análisis de tal manera que los métodos pudieran alinearse más estrechamente con las otras ubicaciones. El máximo de concentración de benceno del aire en tiempo real resultó en un HQ agudo de 0,30, lo cual es más alto que las demás ubicaciones pero más baja que la estatal. Es esperado que el máximo en tiempo real deba ser más alto que el máximo discreto y es más probable que esto sea verdadero en las demás ubicaciones si ese tipo de muestreo fue llevado a cabo.

Un estudio de monitoreo del aire en 2012-2013 el yacimiento petrolífero de Inglewood por Baldwin Hills reportó máximas concentraciones de metales en otros compuestos (STI 2015). Con respecto a los metales, la concentración máxima de Lost Hills fue medida durante el evento de viento, por consiguiente, la segunda concentración más alta fue comparada a la máxima concentración de Baldwin Hills. Usando los segundos valores más altos de Lost Hills, el arsénico fue similar entre ambas ubicaciones, manganeso y vanadio fueron más altos en Lost Hills, y níquel fue menor en Lost Hills. En el estudio de Baldwin Hills, solamente una muestra de 1 hora de níquel excedió el REL agudo pero los autores indicaron que, basando en la dirección del viento, no se originó del yacimiento petrolífero. Los autores notaron "[Inglewood] Las operaciones en el yacimiento petrolífero fueron asociadas con incrementos potenciales en concentraciones de níquel y manganeso" basados en el análisis de

factorización de matriz positiva (STI 2015p. ES-3). Sin embargo, las contribuciones de níquel y manganeso del yacimiento petrolífero de Inglewood no fueron cuantificados porque estaban por debajo del nivel de preocupación. Las comparaciones son cualitativas porque las diferencias metodológicas incluyendo muestreo filtrado de tamaño continuo en el estudio de Baldwin Hills comparado al muestreo discreto en total de particulada suspendida en Lost Hills.

El Benceno no fue considerado que tuviera un alto riesgo agudo en el estudio Baldwin Hills. Los autores notaron que las operaciones del yacimiento petrolífero de Inglewood fueron asociados con los incrementos temporales de benceno, especialmente las operaciones de perforación. Las concentraciones máximas de benceno en tiempo real de Lost Hills fueron mayores que las de Baldwin Hills, aunque los muestreos de Baldwin Hills fue por dos semanas comparados con los once meses de Lost Hills. Las comparaciones son cualitativas porque las diferencias metodológicas incluyendo el uso del tiempo de reacción de transferencia de protones del espectrómetro de masas para monitoreo en tiempo real en Baldwin Hills mientras que el monitoreo de benceno en tiempo real en Lost Hills fue completado utilizando la cromatografía de gas de desorción térmica-detección de ionización de llama.

Sulfuro de Hidrógeno pueden ser comparados a otros monitores de California. La Junta de Recursos del Aire de California (CARB) monitorea el Sulfuro de Hidrógeno en 14 monitores, todos de los cuales están localizados cerca de las fuentes locales tales como las instalaciones de procesamiento gas y petróleo, refinería, o campo geotérmico. Datos para los años 2018 al 2020 fueron analizados y estuvieron disponibles para 13 de los monitores (CARB 2021). Concentraciones de Alta gama fueron muy similares a aquellas de Lost Hills, con los valores del 90^{vo} para 12 y 13 monitores que oscilan entre 0,8 a 4,1 µg/m³, dentro de 2 veces los de Lost Hills el 90^{vo} (1,8 µg/m³). El monitor en Trona cerca del campo geotérmico de Coso Hot Springs sobresalió de la concentración del 90^{vo} percentil de 17 µg/m³. Los valores agudos de HQ correspondientes van a ser también dentro de dos veces los de Lost Hills (HQ agudo = 0,04 en el 90^{vo} percentil de 1,8 µg/m³) y están todos en el 0,1 o menos excepto por Trona con un HQ de 0,39. Ninguno de los valores excedieron a uno y por lo tanto los efectos a la salud adversos no son anticipados en las concentraciones del 90^{vo} percentil.



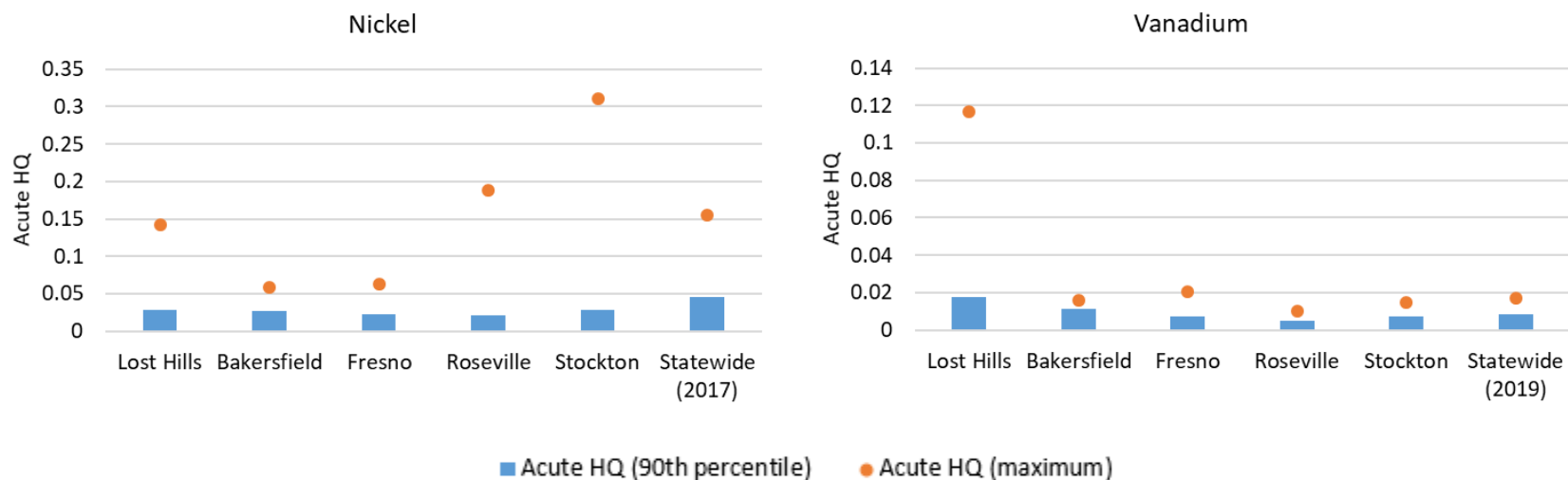


Figura I.3 Los cocientes (HQs) de peligrosidad aguda calculados usando el 90^{vo} percentil y las concentraciones máximas de aire en Lost Hills, en los sitios regionales en Central Valley, y a nivel estatal para arsénico, benceno, formaldehído, manganeso, níquel y vanadio. Los datos de muestreo discretos de benceno de Lost Hills fueron utilizados en este análisis de manera que los métodos/muestreos se alinearan más con otras ubicaciones. Los datos de Lost Hills son del monitoreo de SNAPS durante 2019-20. Datos de otros sitios regionales son del dataset de iADAM para monitoreo 2016-2019 (CARB 2021). Los 90^{vos} percentiles a nivel estatal y los máximos fueron tomados de los años más recientes con datos completos (esto es, un promedio fue calculado de iADAM); esto fue para 2019 para todos los compuestos excepto níquel el cual fue para 2017.

ii. Concentraciones de Aire Promedio y HQ crónicos en varias ubicaciones en California

Los Compuestos con un HQ crónico mayor que o igual a 0.1, pero menor o igual que 1, con datos en iADAM (2016-2019; CARB 2021) fueron comparados a través de varios sitios de monitoreo del aire en Central Valley (Tabla I.5; Figura I.4). Notablemente, los efectos crónicos a la salud van a ser anticipados como resultado de ninguno de estas exposiciones ya que las HQs son menores que uno. Como demuestra la Figura I.4, una comparación de los HQs de manganeso, níquel, y zinc indica que los HQs de Lost Hills son similares a aquellos determinados para otras ubicaciones de Central Valley. Para los metales, los métodos utilizados para recolectar y analizar las muestras de filtros no son las mismas entre los datos de iADAM (ICP-MS) y Lost Hills (XRF), y valores de dos técnicas pueden no siempre ser comparables. Por lo tanto, esta comparación deberá ser considerada cualitativa. El formaldehído y el benceno, por otro lado, fueron analizados utilizando métodos casi idénticos a aquellos utilizados en Lost Hills. El HQ de Formaldehído de Lost Hills está en el extremo más bajo del rango observado en las otras ubicaciones, y el HQ de benceno de Lost Hills es menor que aquel de todas las otras ubicaciones. El Benceno y el formaldehído han sido identificados como factores de riesgo en otras evaluaciones de riesgo de lugares cerca de extracción de gas y petróleo, no obstante, como en esta evaluación, no siempre excedían el HGV(CDPHE 2007, 2010; Holder et al. 2019; Long et al. 2019; McKenzie et al. 2012; McMullin et al. 2018; PA DEP 2018; TCEQ 2010).

Un estudio de monitoreo del aire en 2012-2013 del yacimiento petrolífero de Inglewood por Baldwin Hills (STI 2015) fue comparado con los datos de monitoreo de Lost Hills, específicamente, las concentraciones medias reportadas para metales y concentraciones promedio para el benceno. Todos los valores medios de metales eran más altos en Lost Hills que en Baldwin Hills. Para el níquel y el vanadio, las medias de Baldwin Hills aparecen estar por debajo del límite del método de detección. No está claro si la diferencia entre las concentraciones medias de metal sean debidas a las diferencias en metodología o una diferencia en la calidad de aire. Debido a las diferencias en metodología discutidas en el Anexo I Sección c.i., todas las comparaciones son cualitativas. La concentración media de benceno en tiempo real medida en Lost Hills fue menor que la concentración media de dos semanas medida en Baldwin Hills.

El Bario no tenía datos recientes en la base de datos iADAM(CARB 2021). El promedio de bario a nivel estatal varía de 0,0267 – 0,0508 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para los años de 1991 - 2002, similares a los promedios de Lost Hills de 0,0499 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Para el año más reciente disponible (2002), el promedio fue de 0,0508 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el cual resultaría en un HQ crónico de 0.10, similar al HQ de Lost Hills de 0,10. El valor de Lost Hills también es consistente con los niveles de bario en el aire ambiente típicamente siendo $\leq 0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO 1991). Los métodos utilizados para este último estimado no fueron documentados, por lo tanto, no han sido comparados a la metodología de SNAPS y la comparación es cualitativa.

El ácido benzoico no está en la base de datos iADAM(CARB 2021). Cualitativamente, la concentración de aire promedio de Lost Hills (0,102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pudo ser comparada a valores

anteriores en Pasadena, CA (0,09-0,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y Los Angeles (0,005-0,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), los cuales son ambos similares en Lost Hills (Kawamura et al. 1985; Schuetzle et al. 1975, según lo señalado por WHO 2000). Los métodos utilizados en este análisis no han sido comparados a la metodología de SNAPS, por consiguiente, esta comparación es cualitativa.

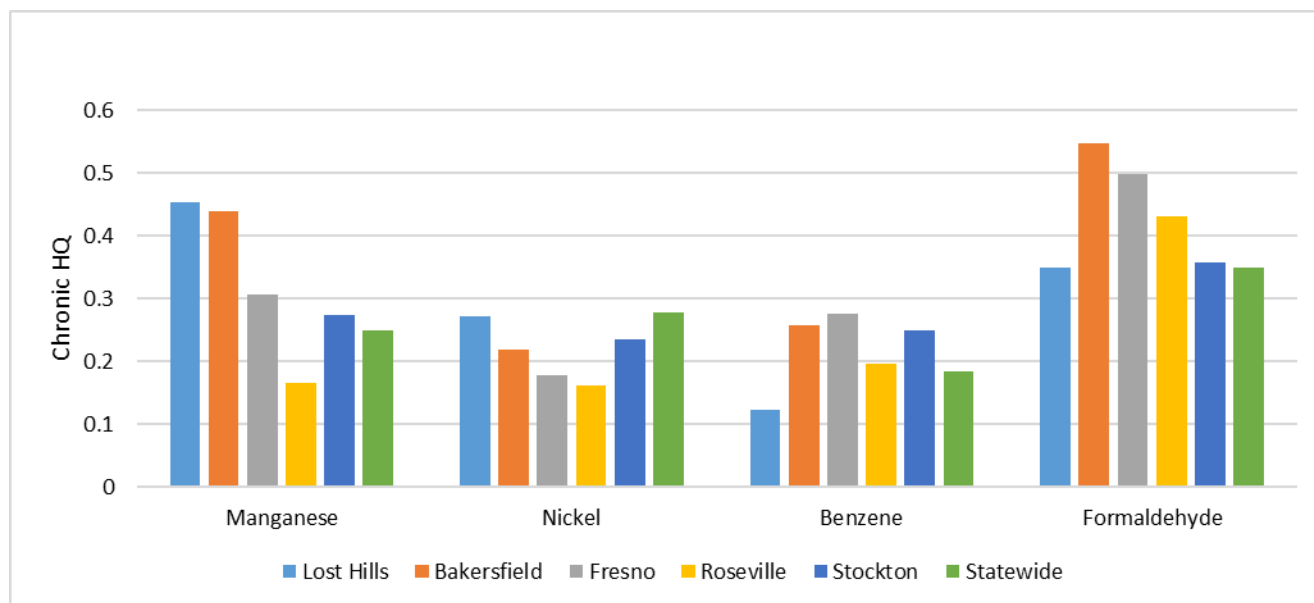


Figura I.4 Cocientes de peligrosidad crónicos (HQs) en Lost Hills, en sitios regionales en Central Valley, y a nivel estatal para manganeso, níquel, benceno, formaldehído, y zinc. Datos de muestreo discreto de benceno de Lost Hills fueron utilizados en este análisis de manera que los métodos/muestreos se alinearan más con otras ubicaciones. Los datos de Lost Hills son del monitoreo de SNAPS durante 2019-20. Datos para otros sitios regionales (2016-2019) a nivel estatal son del set de datos de la iADAM (CARB 2021). Los promedios estatales fueron tomados del año más reciente con datos completos (esto es, un promedio fue calculado en iADAM); este fue el 2017 para níquel y 2019 para todos los demás compuestos.

d. Referencias

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2007. Toxicological Profile for Barium and Barium Compounds. August 2007. US Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp24.pdf> [accessed 29 April 2021].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2012. Toxicological Profile for Vanadium. September 2012. US Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp58.pdf> [accessed 29 April 2021].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2016. Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide. November 2016. US Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp114.pdf> [accessed 29 April 2021].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2018. Minimal Risk Levels (MRLs). <https://www.atsdr.cdc.gov/minimalrisklevels/index.html> [page last reviewed 4 June 2018; accessed 24 August 2020].

CalGEM (California Geologic Energy Management Division). 2021. WellSTAR. Well stimulation disclosures received from Luis Leyva of CARB in June 2020; no additional disclosures available through a WellSTAR search on January 11, 2021. CalGEM, California Department of Conservation. <https://wellstar-public.conservation.ca.gov/WellStimulation/WellStimulation/Index>

CARB (California Air Resources Board). 2021. iADAM: Air Quality Data Statistics. Select and View Air Quality Data for Various Pollutants throughout the State. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://www.arb.ca.gov/adam> [accessed 8 March 2021].

CDPHE (Colorado Department of Public Health & Environment). 2007. Garfield County Air Toxics Inhalation: Screening Level Human Health Risk Assessment. Inhalation Of Volatile Organic Compounds Measured In Rural, Urban, and Oil & Gas Areas In Air Monitoring Study (June 2005 – May 2007). <https://www.garfield-county.com/environmental-health/wp-content/uploads/sites/16/2019/07/Working-Draft-CDPHE-Screening-Level-Risk-Air-Toxics-Assessment-12-20-07.pdf> [accessed 6 April 2021].

CDPHE (Colorado Department of Public Health & Environment). 2010. Health Consultation: Public Health Implications of Ambient Air Exposures as Measured in Rural and Urban Oil & Gas Development Areas – an Analysis of 2008 Air Sampling Data. Garfield County. Garfield County, Colorado. . Prepared under a Cooperative Agreement with the U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Health Assessment and Consultation, Atlanta, Georgia 30333

https://www.colorado.gov/pacific/sites/default/files/HHW_CSA_Ambient-Air-in-Garfield-2008-Data-HC_8.26.2010.pdf [accessed 6 April 2021].

Chevron Phillips (Chevron Phillips Chemical LP Specialty Chemicals). n.d. Technical Data Sheet: Dimethyl disulfide, CH₃-S-S-CH₃ | CAS#: 624-92-0.

https://www.cpchem.com/sites/default/files/2020-04/Dimethyl%2520Disulfide%2520TDS_0_0.PDF [accessed 30 April 2021].

DPR (Department of Pesticide Regulation). 2019. Pesticide Use Report data for Kern County in 2019. DPR, California Environmental Protection Agency. Requested and received from DPR December 2020. <https://www.cdpr.ca.gov/docs/pur/purmain.htm>.

Duan Z, Scheutz C, Kjeldsen P. 2021. Trace gas emissions from municipal solid waste landfills: A review. *Waste Manag* 11939-62.

Garcia-Gonzales DA, Shonkoff SBC, Hays J, Jerrett M. 2019. Hazardous Air Pollutants Associated with Upstream Oil and Natural Gas Development: A Critical Synthesis of Current Peer-Reviewed Literature. *Annu Rev Public Health* 40283-304.

Han Z, Qi F, Li R, Wang H, Sun D. 2020. Health impact of odor from on-situ sewage sludge aerobic composting throughout different seasons and during anaerobic digestion with hydrolysis pretreatment. *Chemosphere* 249126077.

Holder C, Hader J, Avansi R, Hong T, Carr E, Mendez B, et al. 2019. Evaluating potential human health risks from modeled inhalation exposures to volatile organic compounds emitted from oil and gas operations. *J Air Waste Manag Assoc* 69(12):1503-1524.

Kawamura K, Ng LL, Kaplan IR. 1985. Determination of organic acids (C₁-C₁₀) in the atmosphere, motor exhausts, and engine oils. *Environ Sci Technol* 19(11):1082-1086.

Long CM, Briggs NL, Bamgbose IA. 2019. Synthesis and health-based evaluation of ambient air monitoring data for the Marcellus Shale region. *J Air Waste Manag Assoc* 69(5):527-547.

McKenzie LM, Witter RZ, Newman LS, Adgate JL. 2012. Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources. *Sci Total Environ* 42479-87.

McMullin TS, Bamber AM, Bon D, Vigil DI, Van Dyke M. 2018. Exposures and Health Risks from Volatile Organic Compounds in Communities Located near Oil and Gas Exploration and Production Activities in Colorado (U.S.A.). *Int J Environ Res Public Health* 15(7).

Meinardi S, Simpson IJ, Blake NJ, Blake DR, Rowland FS. 2003. Dimethyl disulfide (DMDS) and dimethyl sulfide (DMS) emissions from biomass burning in Australia. *Geophysical Research Letters* 30(9).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2003. Public Health Goals for Chemicals in Drinking Water: Barium. September 2003.
<https://oehha.ca.gov/media/downloads/water/chemicals/phg/ph4ba092603.pdf> [accessed 29 April 2021].

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2008. Technical Support Document for the Derivation of Noncancer Reference Exposure Levels. Oakland, CA: Air Toxicology and Epidemiology Branch, OEHHA, <https://oehha.ca.gov/air/crnrr/notice-adoption-air-toxics-hot-spots-program-technical-support-document-derivation> [accessed 23 March 2020].

OMNI and DRI (OMNI Environmental Services Inc. and Desert Research Institute). 1989. Determination of Particle Size Distribution and Chemical Composition of Particulate Matter from Selected Sources in California. June 30, 1989. Prepared for the California Air Resources Board, California Environmental Protection Agency. Agreement No. A6-175-32.
https://www.researchgate.net/publication/235341609_Determination_of_particle_size_distribution_and_chemical_composition_of_particulate_matter_from_selected_sources_in_the_San_Joaquin_Valley_Final_Report/link/564cb66008ae635cef2a8587/download [accessed 28 April 2021].

PA DEP (Pennsylvania Department of Environmental Protection). 2018. Long-Term Ambient Air Monitoring Project: Marcellus Shale Gas Facilities.
https://files.dep.state.pa.us/Air/AirQuality/AQPortalFiles/Monitoring%20Topics/Toxic%20Pollutants/Docs/FINAL_Long-Term_Marcellus_Project_Report_071018.pdf [accessed 6 April 2021].

Schuetzle D, Cronn D, Crittenden AL, Charlson RJ. 1975. Molecular composition of secondary aerosol and its possible origin. *Environmental Science & Technology* 9(9):838-845.

Scott PS, Andrew JP, Bundy BA, Grimm BK, Hamann MA, Ketcherside DT, et al. 2020. Observations of volatile organic and sulfur compounds in ambient air and health risk assessment near a paper mill in rural Idaho, U. S. A. *Atmos Pollut Res* 11(10):1870-1881.

STI (Sonoma Technology Inc.). 2015. Baldwin Hills Air Quality Study. Final Report prepared for Los Angeles County, Los Angeles, California
https://planning.lacounty.gov/assets/upl/project/bh_air-quality-study.pdf [accessed 5 April 2021].

Stringfellow WT, Camarillo MK, Domen JK, Sandelin WL, Varadharajan C, Jordan PD, et al. 2017a. Identifying chemicals of concern in hydraulic fracturing fluids used for oil production. *Environ Pollut* 220(Pt A):413-420.

Stringfellow WT, Camarillo MK, Domen JK, Shonkoff SBC. 2017b. Comparison of chemical-use between hydraulic fracturing, acidizing, and routine oil and gas development. PLoS One 12(4):e0175344.

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2010. Interoffice Memorandum from Shannon Ethridge, M.S., Toxicology Division, Chief Engineer's Office to Mark R. Vickery, P.G., Executive Director dated January 27, 2010. Subject: Health Effects Review of Barnett Shale Formation Area Monitoring Projects, including Phase I (August 24 - 28, 2009), Phase II (October 9 - 16, 2009), and Phase III (November 16 - 20, 2009); Volatile Organic Compound (VOCs), Reduced Sulfur Compounds (RSC), Oxides of Nitrogen (NOx), and Infrared (IR) Camera Monitoring, Document Number BS09 I 2-FR.
<https://www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/tox/barnettshale/healtheval/co/multi/mm1.pdf> [accessed 7 April 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2005. Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for Benzoic Acid (CASRN 65-85-0). Cincinnati, OH: EPA/690/R-05/008F.
<https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/BenzoicAcid.pdf> [accessed 23 April 2020].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2007. Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) for Cumene (CAS Reg. No. 98-82-8). INTERIM 1: 8/2007.
https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/cumene_tsd_interimversion1_8_28_07_0.pdf [accessed 29 April 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2010. Pesticide Fact Sheet. Name of Chemical: Dimethyl Disulfide. Reason for Issuance: New Chemical. July 9, 2010. Office of Chemical Safety and Pollution Prevention, US EPA.
https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/pending/fs_PC-029088_09-Jul-10.pdf [accessed 30 April 2021].

WHO (World Health Organization). 1991. IPCS International Programme on Chemical Safety Health and Safety Guide No. 46. Barium Health and Safety Guide. Geneva, Switzerland:
<http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg046.htm#SectionNumber:2.1> [accessed 10 March 2021].

WHO (World Health Organization). 2000. Concise International Chemical Assessment Document 26: Benzoic acid and sodium benzoate. Stuttgart, Germany:
https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad26_rev_1.pdf [accessed 17 April 2020].

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

J. Evaluación de Riesgos para la Salud: Análisis Adicionales

Este anexo discute métodos para tratar diversos retos específicos en la evaluación:

- Algunos de los valores orientativos para la salud (HGVs) utilizados en la evaluación del riesgo para la salud fueron desarrollados para la vía de exposición oral. Estos fueron extrapolados a la ruta de inhalación para esta evaluación. Para asegurar que cualquier sensibilidad respiratoria potencial no fuera ignorada, estos componentes fueron examinados para la sensibilidad respiratoria potencial basada en la estructura química basado en la computación (*en silico*) métodos (Sección a).
- Algunos componentes fueron detectados en muestras de 24-hr pero el HGV agudo para el componente fue previsto para la exposición de duración de 1-hr y el potencial a subestimar el HQ agudo está destacado (Sección b).
- Los datos de la concentración del metal fue analizado para determinar las posibles fuentes de los metales detectados (Sección c).

a. Sensibilización respiratoria *en silico* Investigación

La Sensibilidad alérgica del tracto respiratorio es un aumento de la respuesta a un compuesto de una exposición previa resultando en una tipo de reacción alérgica (ej. asma, rinitis) que puede ocurrir en un sub-conjunto de individuos expuestos. La sensibilidad respiratoria se desarrolla en la fase de inducción donde la exposición inicial al componente detona el sistema inmunológico, seguida de una fase de reacción alérgica debido a la sobreexposición (Cochrane et al. 2015). Inducción y reacción son considerados mecanismos de apertura pero la apertura para la reacción es usualmente más bajo que la inducción (Cochrane et al. 2015). En concreto, pueden producirse reacciones de elicitación (alérgicas) a bajas concentraciones que no afectarían a individuos no sensibilizados.

No existen métodos que sean generalmente aceptados para identificar sensibilizadores respiratorios (Arts 2020; Chary et al. 2018; Dik et al. 2016). En esta evaluación, el potencial de los compuestos con un HGV oral basado en datos de toxicidad oral para ser sensibilizantes respiratorios se evaluó utilizando modelos informáticos que predicen el riesgo de sensibilización respiratoria en función de la estructura química del compuesto. Este es un enfoque a nivel de detección, ya que los modelos informáticos por sí solos no son suficientes para la clasificación de los sensibilizadores respiratorios debido a limitaciones (por ejemplo, los modelos informáticos son tan buenos como la base de datos químicos en la que se basan) (Arts 2020).

Los Números de Registro CAS para compuestos detectados con HGVs orales basados en datos orales se perfilaron utilizando la caja de herramientas Relación Cuantitativa Estructura-Actividad (QSAR OECD) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

(QSAR OECD Toolbox versión 4.4.1; OECD 2020). El perfilador de sensibilización respiratoria es descrito por la herramienta toolbox como "destinado a ser utilizado para la evaluación del potencial de sensibilización respiratoria de sustancias químicas de bajo peso molecular. El perfilador se ha desarrollado a partir del conocimiento mecanístico de la fase de elicitación de la sensibilización respiratoria, identificando así sustancias químicas capaces de unirse covalentemente a proteínas en el pulmón" (OECD 2020). Los compuestos de esta evaluación para los que el valor orientativo provisional para la salud (p-HGV) se basó en un HGV oral con datos orales predisponentes (bis(2-etilhexilo)ftalato, fluoreno, rubidio, y estroncio) no tenían ninguna alerta de sensibilización respiratoria en el Toolbox.

El modo de acción para la sensibilización respiratoria refleja el de la sensibilización de piel, incluida la unión covalente a proteínas que conducen a la respuesta inmune (Arts 2020; Chary et al. 2018). Por lo tanto, también se exploraron los perfiladores de la herramienta Toolbox QSAR de la OECD para la reactividad peptídica directa (DPRA), la unión a proteínas y la sensibilización cutánea (que generalmente tiene una base de datos química más grande que la sensibilización respiratoria) (Perfiles: Potencia de unión a proteínas h-CLAT, Alertas de unión a proteínas para la sensibilización cutánea según GHS, Alertas de unión a proteínas para la sensibilización cutánea según OASIS, Unión a proteínas según OASIS, Potencia de unión a proteínas Cys [DPRA 13%], Potencia de unión a proteínas Lys [DPRA 13%], Sensibiliz[aci]ón cutánea para DASS). Ninguno de los compuestos tuvo alertas (bis(2-etilhexilo)ftalato, fluoreno, rubidio, estroncio).

El uso de modelos informáticos para predecir los resultados en materia de salud presenta una gran incertidumbre, que puede ser mayor en el caso de los metales, cuyos compuestos similares pueden tener propiedades muy diferentes. Los modelos informáticos no predicen que el bis(2-etilhexilo)ftalato, fluoreno, rubidio, o estroncio sean sensibilizantes respiratorios. Por último, una búsqueda en la base de datos PubMed sobre estos compuestos y la sensibilización respiratoria o cutánea no permitió identificar publicaciones relevantes que sugirieran que son sensibilizantes respiratorios. Sin embargo, la exposición a bis(2-etilhexilo)ftalato (incluso prenatalmente) se ha asociado con asma y alergia en estudios epidemiológicos (Wang et al. 2019). Esto debería considerarse en el desarrollo de un HGV específico por inhalación para bis(2-etilhexil)ftalato.

b. Compuestos cuyo duración aguda del HGV (promedio de 1 hora) no coincide con la duración de la muestra (promedio de 24 horas)

En el análisis agudo, el tiempo máximo de muestreo de la concentración en el aire y la duración de exposición prevista del HGV se igualaron cuando fue factible (Anexo I, Tabla I.2). Por lo tanto, si una muestra en tiempo real tenía un HGV agudo destinado a una exposición de 1 hora, se utilizó el máximo de 1 hora; si una muestra en tiempo real tenía un HGV agudo destinado a una exposición de 24 horas, se utilizó el máximo de 24 horas; y si una muestra de 24 horas tenía un HGV agudo destinado a una exposición de 24 horas, se utilizó el máximo de 24 horas. Hubo 16 compuestos con muestras de 24-hr en las que el HGV agudo estaba destinado a una duración de 1-hr (Tabla J. 1). En general, se considera que, a medida que

aumenta el tiempo promedio de muestreo del aire, la concentración máxima disminuye (Barratt 2001). Por lo tanto, es probable que la concentración máxima de 24 horas sea una subestimación de la concentración máxima de 1 hora y que los cocientes de peligrosidad aguda (HQs) también sean una subestimación.

Tabla J.1 Los compuestos medidos por 24 hr fueron el HGV que era para proteger por una exposición de 1-hr y los HQs es poco probable que sean subestimados.

Compuestos	Número de Registro CAS	Tipo de (hr) máximas	Tiempo de exposición (hr) HGV	HQ
2-Metilnaftaleno	91-57-6	24	1	0.0000085
Acetaldehído	75-07-0	24	1	0.017
Acetonitrilo	75-05-8	24	1	0.0046
Acroleína	107-02-8	24	1	2.2
Arsénico	7440-38-2	24	1	0.11
Tetra-cloruro de Carbono	56-23-5	24	1	0.00027
Cromo III	16065-83-1	24	1	0,0042
Cobre	7440-50-8	24	1	0,00070
Etanol	64-17-5	24	1	0.0030
Formaldehído	50-00-0	24	1	0.13
Freón 113	76-13-1	24	1	0.000073
Butanona	78-93-3	24	1	0.00019
Naftaleno	91-20-3	24	1	0.00019

Níquel	7440-02-0	24	1	0.14
Percloroetileno	127-18-4	24	1	0.000014
Zinc	7440-66-6	24	1	0.012

Abreviaciones: CAS, Chemical Abstracts Service

c. Atribución de la Fuente Elemental

i. Relación entre las Concentraciones Elementales y la Velocidad del Viento

Una forma de explorar las posibles fuentes de los elementos detectados es comparar las concentraciones observadas durante los días de mucho viento con las concentraciones en los días de poco viento. Se espera que los fuertes vientos incrementen la concentración de esos elementos principalmente en el origen de la corteza (el polvo arrastrado por el viento). En el caso de las fuentes puntuales de emisiones de metales, los vientos fuertes pueden ayudar a dispersar y diluir las partículas, reduciendo las concentraciones en el aire cerca de las fuentes, mientras que el poco viento pueden dejar altas concentraciones cerca de las fuentes. La Figura J.1 muestra la relación entre las concentraciones promedio para los días en que la velocidad promedio del viento de 24 horas fue superior (16 días) versus la inferior (30 días) de la velocidad promedio del viento de 24 horas del estudio (1.7 millas por hora [mph]). Para la mayoría de los elementos, las concentraciones son más altas en los días con vientos más fuertes, incluidos los metales típicos de la corteza, silicio, aluminio, calcio y hierro. Los metales de la corteza, llamados así porque se encuentran entre los más abundantes de la corteza terrestre ($\geq 0,1\%$ en peso), incluyen aluminio, calcio, hierro, magnesio, potasio, sodio, silicio y titanio (nótese que el magnesio y el sodio no se midieron en el Estudio del Aire en Vecindarios cerca de Fuentes de Petróleo (SNAPS)) (UC Riverside 1996). Los compuestos que no se enriquecieron durante los días de mayor viento incluyen cloro, estaño, bromo, antimonio, plomo y selenio. Las proporciones de estos seis compuestos son inferiores a 1, lo que indica que las concentraciones de estos compuestos tienden a ser *más bajas* cuando el viento es más fuerte, lo que posiblemente sugiera una fuente distinta, no relacionada con el polvo. El análisis de los datos en función de la dirección del viento (este-oeste, viento en contra del Yacimiento Petrolífero) no fue posible porque el viento promedio de 24 horas (y los vientos fuertes) era casi siempre del oeste. Aunque la figura J.1 ofrece una indicación de los elementos que pueden estar asociados al polvo arrastrado por el viento, puede haber factores de confusión, como la correlación entre el momento en que los vientos son más fuertes y el momento en que es más probable que estén presentes ciertos metales.

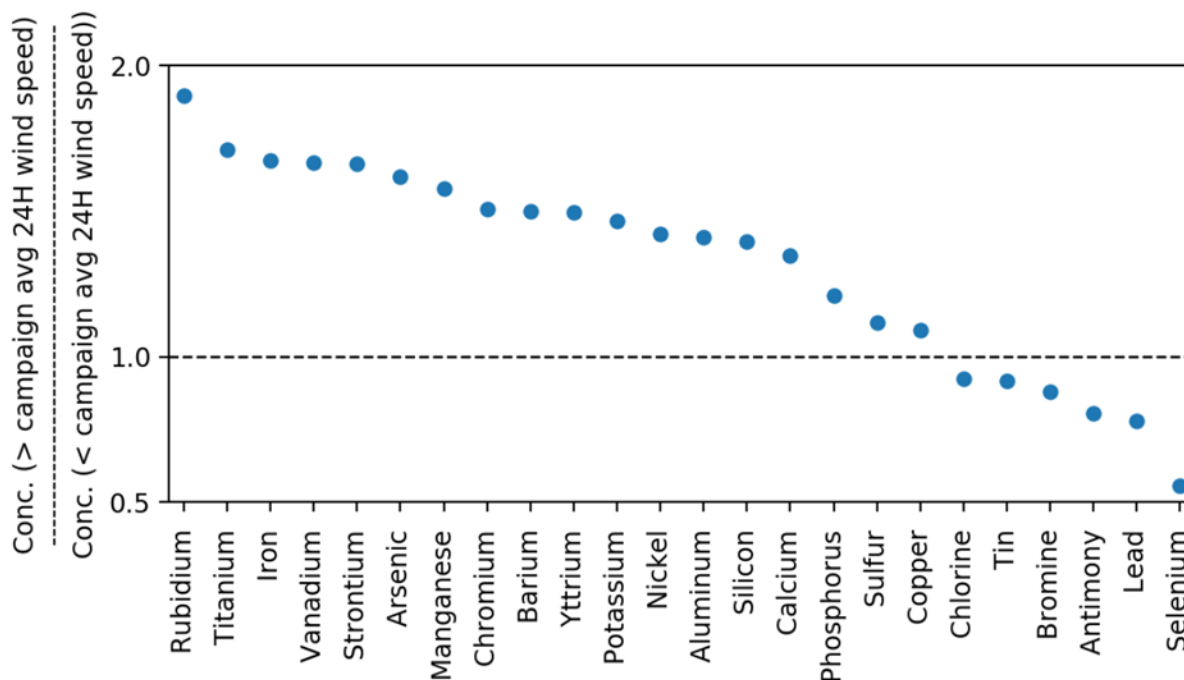


Figura J.1 Relación entre las concentraciones elementales promedio para los días en los que la velocidad promedio del viento en 24 horas fue superior (16 días) e inferior (30 días) a la velocidad promedio del viento en 24 horas durante el estudio (1,7 mph). Una relación de 1,0, que indica que la concentración promedio fue la misma en los días de viento fuerte que en los días de viento bajo, se muestra como una línea horizontal punteada.

ii. Correlaciones Elementales

También se exploraron las posibles fuentes de los elementos detectados (por ejemplo, de corteza frente antropogénicos) mediante los coeficientes de correlación entre las distintas concentraciones elementales (correlaciones determinadas en Excel). Las concentraciones medidas por encima del límite de notificación (RL) en cada fecha de muestreo sirvieron como datos de entrada (por lo tanto, los valores <RL se excluyeron del cálculo de correlación). Resultados se muestran en la Figura J. 2.

Como es evidente en la matriz de correlación, las concentraciones medidas de la mayoría de los elementos están fuertemente correlacionadas entre sí (sombreado rojo más oscuro). Las excepciones son el cloro (frecuencia de detección [DF] 100%), el antimonio (DF 30%), el estaño (DF 72%) y el selenio (DF 26%). Curiosamente, el antimonio se correlacionó fuertemente solo con el itrio ($R = 1,00$), pero esto se basa en solo tres puntos de datos (tres de las 46 fechas de muestreo tenían niveles >RL para ambos compuestos). El cloro también estaba fuertemente correlacionado sólo con el itrio ($R = 0,96$) (basado en 11 puntos de datos). El estaño no estaba fuertemente correlacionado con ningún otro elemento, siendo la correlación más fuerte la de $-0,60$ con el selenio. La falta de una fuerte correlación entre el cloro, el antimonio y el estaño y la mayoría de los otros elementos, particularmente los

elementos de la corteza, puede indicar que estos compuestos provienen de una fuente antropogénica o natural (descrita en la siguiente sección) en lugar de polvo arrastrado por el viento. Curiosamente, el selenio se correlaciona negativamente con todos los compuestos excepto dos, el cloro ($R = 0,27$) y el níquel ($R = 0,74$). Las correlaciones negativas pueden apuntar a una fuente de selenio distinta de la fuente del resto de los compuestos, mientras que la fuerte correlación con el níquel sugiere una fuente común de selenio y níquel.

	Al	As	Ba	Br	Ca	Cl	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Se	Si	Sn	Sr	Ti	V	Y	Zn
Al	1.00																								
As	0.94	1.00																							
Ba	0.73	0.61	1.00																						
Br	0.71	0.68	0.54	1.00																					
Ca	0.98	0.96	0.77	0.77	1.00																				
Cl	0.13	0.13	0.08	0.16	0.12	1.00																			
Cr	0.97	0.98	0.70	0.74	0.98	0.13	1.00																		
Cu	0.94	0.94	0.60	0.75	0.95	0.09	0.95	1.00																	
Fe	0.97	0.99	0.69	0.72	0.98	0.14	0.99	0.96	1.00																
K	0.98	0.98	0.68	0.73	0.99	0.15	0.99	0.97	1.00	1.00															
Mn	0.97	0.99	0.67	0.73	0.98	0.13	0.99	0.96	1.00	1.00	1.00														
Ni	0.97	0.98	0.72	0.75	0.99	0.11	0.99	0.94	0.99	0.99	0.99	1.00													
P	0.99	0.94	0.72	0.77	0.99	0.12	0.97	0.95	0.97	0.98	0.97	0.97	1.00												
Pb	0.54	0.50	0.46	0.72	0.77	-0.22	0.71	0.72	0.76	0.72	0.77	0.66	0.65	1.00											
Rb	0.97	0.99	0.66	0.70	0.98	0.15	0.99	0.96	1.00	1.00	1.00	0.99	0.97	0.69	1.00										
S	0.80	0.75	0.57	0.73	0.79	0.05	0.76	0.73	0.75	0.77	0.75	0.74	0.82	0.52	0.75	1.00									
Sb	-0.08	0.34	0.30	0.41	0.11	-0.08	0.45	-0.08	0.15	0.07	0.13	0.35	0.00	0.22	0.02	0.14	1.00								
Se	-0.46	-0.09	-0.53	-0.13	-0.39	0.27	-0.42	-0.20	-0.41	-0.45	-0.41	0.74	-0.46	-0.13	-0.44	-0.25	-0.32	1.00							
Si	1.00	0.94	0.75	0.72	0.98	0.12	0.97	0.94	0.97	0.98	0.97	0.97	0.99	0.57	0.96	0.80	-0.05	-0.47	1.00						
Sn	-0.01	0.00	-0.02	-0.07	-0.01	-0.30	-0.02	-0.06	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.16	0.00	0.05	-0.29	-0.60	-0.01	1.00					
Sr	0.97	0.98	0.72	0.73	0.99	0.14	0.99	0.95	1.00	0.99	0.99	0.99	0.97	0.75	0.99	0.76	0.17	-0.46	0.97	0.00	1.00				
Ti	0.97	0.99	0.69	0.71	0.98	0.14	0.99	0.96	1.00	1.00	1.00	0.99	0.97	0.74	1.00	0.75	0.12	-0.42	0.97	-0.01	1.00	1.00			
V	0.97	0.96	0.80	0.72	0.99	0.14	0.98	0.93	0.98	0.98	0.98	0.99	0.97	0.66	0.98	0.75	0.31	-0.62	0.97	-0.01	0.99	0.98	1.00		
Y	0.97	1.00	0.58	0.76	0.99	0.96	0.99	0.95	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	-0.11	0.99	0.81	1.00	NC	0.97	0.07	0.99	0.99	0.97	1.00	
Zn	0.92	0.97	0.62	0.69	0.94	0.13	0.94	0.93	0.95	0.95	0.95	0.97	0.92	0.56	0.96	0.74	-0.13	-0.24	0.91	0.02	0.95	0.95	0.93	1.00	1.00

Figura J.2 Matriz de correlación entre concentraciones elementales medidas en el aire de Lost Hills. Los valores del coeficiente de correlación de Pearson (R) están sombreados en rojo para las correlaciones positivas, blanco para las correlaciones cercanas a cero y azul para las correlaciones negativas, con colores más oscuros que indican una correlación más fuerte (más cerca de 1 o -1). NC = no calculado (n=2 fechas de muestreo en las que se detectaron tanto Y como Se). Abreviaturas: Al, aluminio; As, arsénico; Ba, bario; Br, bromo; Ca, calcio; Cl, cloro; Cr, cromo; Cu, cobre; Fe, hierro; K, potasio; Mn, manganeso; Ni, níquel; P, fósforo; Pb, plomo; Rb, rubidio; S, azufre; Sb, antimonio; Se, selenio; Si, silicio; Sn, estaño; Sr, estroncio; Ti, titanio; V, vanadio; Y, itrio; Zn, zinc.

iii. Análisis del Factor de Enriquecimiento Elemental

1. Métodos

También se realizó un análisis del factor de enriquecimiento elemental (EF) para delinear las posibles fuentes de los elementos detectados. El análisis se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$EF = \frac{(X_{Air}/R_{Air})}{(X_{Crust}/R_{Crust})}$$

Donde X_{Aire} = concentración del elemento X en el aire,

R_{Aire} = concentración con referencia al elemento en el aire,

$X_{Corteza}$ = concentración del elemento X en la corteza superior de la Tierra, y

$R_{Corteza}$ = concentración con referencia al elemento en la corteza superior de la Tierra

Este método se ha utilizado comúnmente para distinguir los elementos en el aire que surgen del polvo de la corteza arrastrado por el viento de los que están en el aire debido a fuentes antropogénicas o naturales (por ejemplo, sublimación directa de materiales de la corteza, emisiones de vegetación, procesos biogénicos, incendios forestales, sal marina, erupciones volcánicas) (CARB 1986; Gaonkar et al. 2020). Los metales de la corteza se encuentran entre los más abundantes de la corteza terrestre ($\geq 0,1\%$ en peso) e incluyen aluminio, calcio, hierro, magnesio, potasio, sodio, silicio y titanio (nótese que el magnesio y el sodio no se midieron en el estudio SNAPS) (UC Riverside 1996). Las opiniones varían en cuanto al valor del EF que es indicativo de una fuente antropogénica (o alguna otra fuente natural), e incluyen umbrales del EF de 2 (Kong et al. 2014; UC Berkeley 2012), 5 (CARB 1986) y 10 (Bozkurt et al. 2018; Ntziachristos et al. 2007).

En el caso de las partículas de aerosol derivadas del suelo, las opciones más comunes de elementos de referencia son aluminio, silicio y el hierro porque sus concentraciones son relativamente constantes en todas las clases de tamaño de partícula (Young et al. 2002). Varios estudios examinados utilizaron el aluminio como elemento de referencia: Bozkurt et al. (2018; Düzce, Turquía), Gaonkar et al. (2020; Goa, India), Arhami et al. 2009; Los Ángeles, CA), UC Irvine (2010; Riverside, CA), Ntziachristos et al. (2007; autopista del Sur de California), y Kong et al. (2014; Dongying, China). El aluminio se considera un elemento de referencia conservador para la materia de la corteza y no suele ser motivo de preocupación por la contaminación (Gaonkar et al. 2020). Por lo tanto, para el análisis se eligieron el aluminio y el hierro como elementos de referencia; el silicio no se seleccionó porque en la estimulación de pozos en el Yacimiento Petrolífero de Lost Hills se utilizó sílice en grandes cantidades ($\sim 20\%$ en masa del lodo) durante el período de control y, por lo tanto, el nivel de silicio puede tener influencia antropogénica (CalGEM 2021).

Las concentraciones de suelo de referencia fueron las concentraciones elementales medias aritméticas determinadas para 50 suelos de referencia de toda California (UC Riverside 1996). Los sitios de muestreo del suelo fueron en su mayoría de campos agrícolas distantes de fuentes indicativas conocidas de contaminación, por lo que las concentraciones de oligoelementos deben ser representativas de los niveles de fondo (UC Riverside 1996). Esta base de datos completa sobre 46 elementos también se utilizó en un estudio del suelo de California re-suspendido y potencialmente contaminado con plomo (Young et al. 2002). La base de datos de UC Riverside no incluía las concentraciones de bromo, cloro o azufre, por lo que no se incluyeron en el análisis del factor de enriquecimiento. Las concentraciones elementales del aire de entrada fueron los valores $>RL$ en el conjunto de datos.

2. Resultados

Los resultados del análisis del EF se muestran en la Figura J. 3. Los EF oscilan entre 2872,3 y 0,7 con el aluminio como elemento de referencia, y entre 1471,8 y 0,3 con el hierro como elemento de referencia. Es evidente que los EF medios relativos al aluminio son consistentemente más altos que los relativos al hierro, lo que probablemente refleja una discrepancia consistente entre las concentraciones de aluminio o hierro del suelo de referencia y las concentraciones en el polvo arrastrado por el viento de Lost Hills. Es decir, el suelo de referencia puede sobrestimar las concentraciones de aluminio en el polvo arrastrado por el viento de Lost Hills (valores $R_{Corteza}$ mayores), lo que conduce a valores del EF uniformemente más altos; por el contrario, el suelo de referencia puede subestimar las concentraciones de hierro en el polvo arrastrado por el viento de Lost Hills (valores $R_{Corteza}$ menores). La diferencia puede también ser el resultado de una mezcla de estos factores.

Los valores del EF para los metales de la corteza (señalados con un *) se sitúan a lo largo de la línea que representa un EF de 1, como era de esperar, y oscilan entre 0,3 (silicio:hierro) y 5,4 (calcio:aluminio). Basado en su rango, los valores de EF con un exceso de 10 puede sugerir una fuente antropogénica. Esto es más convincente en el caso del selenio, antimonio y estaño, cuyos valores del EF superan todos el 400, con una clara demarcación entre estos compuestos y los restantes de la Figura J.3.

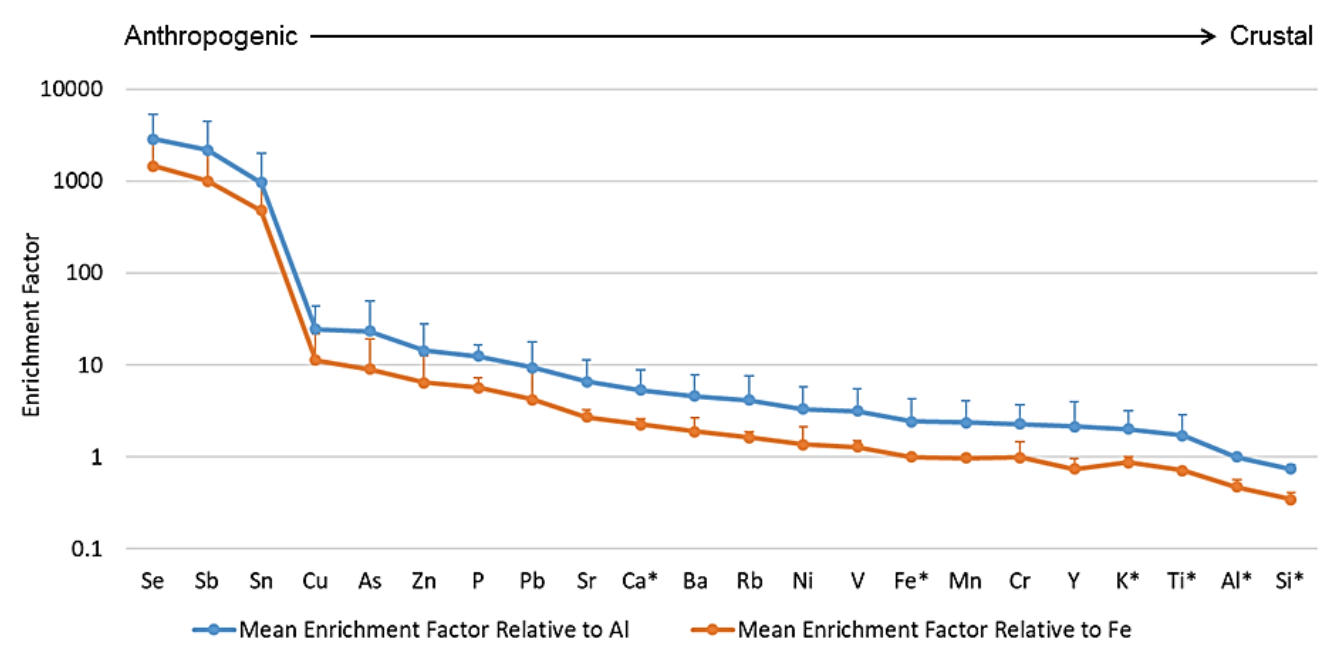
Los altos valores del EF para el selenio pueden estar relacionados, al menos en parte, con el hecho de que los suelos de la parte occidental del Valle de San Joaquín contienen altos niveles de oxianiones de selenio naturales (Bañuelos et al. 2005). De acuerdo con esto, varias de las muestras de suelo del borde occidental del Valle de San Joaquín en la base de datos de UC Riverside tenían altos niveles de selenio en comparación con el resto de California (UC Riverside 1996). Según Bingham et al. (1970), "los ganaderos locales informan de que los suelos del sur inmediato [del oeste del condado de Kern], en el distrito de Maricopa, contienen suficiente selenio para producir forraje tóxico" (página 200). De hecho, el drenaje de riego de los suelos seleníferos de la zona provocó el envenenamiento de las aves silvestres en el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Kesterson, que está aproximadamente a 140 millas al norte de Lost Hills (ATSDR 2003; Water Education Foundation n.d.). Sin embargo, las concentraciones máximas y mínimas de selenio en la base de datos de UC

Riverside difieren solo ~ 14 veces, por lo que esto no necesariamente explica los valores del EF para el selenio de más de 1000, particularmente porque las proporciones y correlaciones de viento sugieren que el selenio no es de la corteza.

Varios de los suelos de referencia en el oeste del Valle de San Joaquín, cerca de Lost Hills, tenían altos niveles de antimonio en comparación con el resto de California (UC Riverside 1996). Sin embargo, los valores máximos y mínimos medidos en todo el estado sólo difieren en 13 veces, lo que no explica necesariamente los valores del EF de 1000, sobre todo porque las relaciones y correlaciones del viento indican que el antimonio no es de la corteza. Se determinó un factor de enriquecimiento medio de 1,880 en 29 ciudades, que es similar a los EFs determinados en este análisis para el antimonio y también son indicativos del origen antropogénico (Rahn 1976).

El enriquecimiento observado para el selenio y antimonio también puede estar relacionado con su baja FD (26% y 30%, respectivamente). Si las escasas detecciones de selenio y antimonio se sustituyen por su RL, los EFs se sitúan entre 96 y 6890, lo que indica que algunas concentraciones por debajo del RL se considerarían enriquecidas. Esto puede indicar que los RLs son lo suficientemente altos para el selenio y el antimonio como para que los valores por encima del RL estén inclinando los EFs hacia arriba. Aunque el estaño tenía una FD más alta del 72%, la sustitución de los valores por encima del RL con el RL condujo a EFs promedio de más de 300 tanto para el aluminio como para el hierro como elementos de referencia, lo que sugiere que el RL para el estaño es también lo suficientemente alto como para inclinar los EFs hacia arriba.

Algunos de los suelos del Valle de San Joaquín también eran altos en estaño en comparación con el resto de California (UC Riverside 1996).



*Figura J.3 Factores de enriquecimiento promedio (EFs) para elementos detectados en el aire de Lost Hills utilizando aluminio (Al; azul, línea superior) o hierro (Fe; naranja, línea inferior) como elemento de referencia. Los EFs se trazan en una escala logarítmica, lo que significa que los EFs se trazan en relación con factores de 10 (0.1, 1, 10, 100, etc.). Los elementos se ordenan en función del EF relativo al aluminio (de mayor a menor). Mostrados como media; las barras de error representan 1 desviación estándar. Los elementos de la corteza están designados con a *.*

3. Discusión

Los análisis de las concentraciones elementales en función de la velocidad del viento, los coeficientes de correlación y los EFs, señalan que los siguientes elementos se originan de la corteza: aluminio, arsénico, bario, calcio, cromo, cobre, hierro, manganeso, níquel, fósforo, potasio, rubidio, silicio, estroncio, azufre, titanio, vanadio, itrio y zinc. Este análisis apoya que es probable que las concentraciones de estos elementos en el aire estén relacionadas, al menos en parte, con el polvo de la corteza transportado por el viento.

Los análisis de las concentraciones elementales en función de la velocidad del viento, los coeficientes de correlación y los EFs señalaron que los siguientes elementos podrían no originarse en la corteza: antimonio, bromo, cloro, plomo, selenio y estaño. Sin embargo, estos resultados deben tratarse con precaución debido a la influencia de los límites de notificación en la FD y a la magnitud de los valores medidos. De los compuestos de la lista, el antimonio, el selenio y el estaño fueron identificados como únicos por los tres análisis (viento, correlación, enriquecimiento) (nótese que el cloro fue identificado como único en los dos análisis en los que se incluyó, viento y correlación). Los últimos tres compuestos se habrían enriquecido en sus límites de notificación, y por lo tanto esto probablemente contribuyó a la magnitud de sus factores de enriquecimiento, al igual que la mayor abundancia natural de suelo de estos compuestos en el área de Lost Hills. Los niveles de antimonio y estaño en el aire de Lost Hills eran mucho más altos que los medidos en varios sitios de comparación dentro del Valle de San Joaquín (datos no presentados). Sin embargo, los límites de notificación más altos para las muestras de Lost Hills probablemente contribuyan a esta diferencia. Cabe señalar que si bien se detectó selenio en 12 de las 46 muestras, 8 de las detecciones fueron en muestras consecutivas desde finales de noviembre de 2019 hasta principios de enero de 2020. Esta agrupación de las detecciones durante un período finito de tiempo también puede sugerir una fuente única. Las partículas suspendidas en el aire que contienen antimonio, selenio y estaño pueden proceder de diversas fuentes, tal como se describe a continuación.

Antimonio: El antimonio se libera a la atmósfera a partir de fuentes naturales y antropogénicas ATSDR 2019 El antimonio se encuentra naturalmente en el suelo aunque estos niveles pueden variar en cada lugar (ATSDR 2019). En la década de 1980, se estimó que el 41% de las emisiones de antimonio a la atmósfera provenían de fuentes naturales, con una contribución porcentual media de partículas del suelo transportadas por el viento del 32,5% (ATSDR 2019). Los niveles de fondo de antimonio en el aire ambiente suelen ser <20

ng/m³ (ATSDR 2019). La concentración máxima medida en Lost Hills se ajusta a con esta en 20,9 ng/m³ con una media de 7,07 ng/m³. Según el Inventario Nacional de Emisiones de 2011 las emisiones totales nacionales, el mayor contribuyente al antimonio atmosférico es la generación eléctrica por carbón, aunque la combustión de combustibles en general es un contribuyente importante; la producción de petróleo y gas aporta una cantidad mucho menor (ATSDR 2019). El desgaste de frenos es considerado la mayor fuente de antimonio en la atmósfera (Tian et al. 2014). En los perfiles de especiación de la Junta de Recursos del Aire de California (CARB) para la materia particulada total (TPM) (CARB 2020), las "calderas de petróleo (residual)" son una de las principales fuentes de antimonio, lo que coincide con la combustión de combustible como fuente principal.

Selenio: Según la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (ATSDR), "la [c]ombustión de carbón y otros combustibles fósiles es la principal fuente de compuestos de selenio en el aire" (ATSDR 2003: p. 237). De hecho, el selenio se encuentra en niveles tan altos en las cenizas volantes de carbón que suele utilizarse como marcador de las emisiones de las centrales eléctricas alimentadas por carbón (Chow et al. 2004). La literatura contiene una serie de artículos sobre el selenio en las aguas residuales debido a la combustión de carbón y minería y refinación de petróleo. Otras fuentes de selenio atmosférico son la incineración de neumáticos, papel y desechos municipales, las fábricas de refinado de selenio, las fábricas de fundición y refinado de metales básicos, las operaciones de minería y trituración y los fabricantes de productos finales (por ejemplo, algunos fabricantes de semiconductores) (ATSDR 2003). En los perfiles de especiación de la CARB (CARB 2020), "PROMED EPA: la industria del petróleo" es la cuarta mayor contribución a los niveles de selenio en fracción de peso de TPM.

Estaño: El estaño se libera al medio ambiente a partir de fuentes naturales y antropogénicas (ATSDR 2005). El estaño se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, por lo que puede liberarse en el polvo de las tormentas de viento, las carreteras y las actividades agrícolas (ATSDR 2005). Las fuentes antropogénicas de estaño atmosférico incluyen los procesos de fundición y refinado, los usos industriales del estaño, la incineración de residuos y la quema de combustibles fósiles (ATSDR 2005). Según la ATSDR (2005), "los niveles [a]mbientales de estaño son generalmente bastante bajos, excepto en las proximidades de las fuentes de contaminación" (p. 252). En los perfiles de especiación de la CARB (CARB 2020), el "desgaste de los frenos" es la principal fuente de estaño.

d. Referencias

- Arhami M, Sillanpää M, Hu S, Olson MR, Schauer JJ, Sioutas C. 2009. Size-Segregated Inorganic and Organic Components of PM in the Communities of the Los Angeles Harbor. *Aerosol Science and Technology* 43(2):145-160.
- Arts J. 2020. How to assess respiratory sensitization of low molecular weight chemicals? *Int J Hyg Environ Health* 225113469.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2003. Toxicological Profile for Selenium. September 2003. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp92.pdf> [accessed 30 April 2021].
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2005. Toxicological Profile for Tin and Tin Compounds. August 2005. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp55.pdf> [accessed 30 April 2021].
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2019. Toxicological Profile for Antimony and Compounds. October 2019. US Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp23.pdf> [accessed 30 April 2021].
- Bañuelos GS, Lin ZQ, Arroyo I, Terry N. 2005. Selenium volatilization in vegetated agricultural drainage sediment from the San Luis Drain, Central California. *Chemosphere* 60(9):1203-1213.
- Barratt R. 2001. *Atmospheric Dispersion Modelling: An Introduction to Practical Applications* (1st ed.) Chapter 3: Understanding the Atmosphere: Routledge.
- Bingham F AR, Coleman N, Bradford G. 1970. Characteristics of high boron soils in western Kern County. *Hilgardia* 40(7):193-204.
- Bozkurt Z, E OG, Taşpınar F, Arı A, Pekey B, Pekey H, et al. 2018. Atmospheric ambient trace element concentrations of PM10 at urban and sub-urban sites: source apportionment and health risk estimation. *Environ Monit Assess* 190(3):168.
- CalGEM (California Geologic Energy Management Division). 2021. WellSTAR. Well stimulation disclosures received from Luis Leyva of CARB in June 2020; no additional disclosures available through a WellSTAR search on January 11, 2021. CalGEM, California Department of Conservation. <https://wellstar-public.conservation.ca.gov/WellStimulation/WellStimulation/Index>

CARB (California Air Resources Board). 1986. Staff Report: Initial Statement of Reasons for Proposed Rulemaking. Public Hearing to Consider the Adoption of a Regulatory Amendment Identifying Cadmium as a Toxic Air Contaminant. Agenda Item No. : 87-2-1. Scheduled for Consideration: January 22, 1987. Release Date: December 5, 1986. CARB, California Environmental Protection Agency.

<https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/classic/toxics/id/summary/cadmiuma.pdf> [accessed 30 April 2021].

CARB (California Air Resources Board). 2020. Speciation Profiles Used in CARB Modeling. PMPROF. File: pmchemprofile31aug20.xlsx. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://ww2.arb.ca.gov/speciation-profiles-used-carb-modeling> [accessed 26 Jan 2021].

Chary A, Hennen J, Klein SG, Serchi T, Gutleb AC, Blömeke B. 2018. Respiratory sensitization: toxicological point of view on the available assays. Arch Toxicol 92(2):803-822.

Chow JC, Watson JG, Kuhns H, Etyemezian V, Lowenthal DH, Crow D, et al. 2004. Source profiles for industrial, mobile, and area sources in the Big Bend Regional Aerosol Visibility and Observational study. Chemosphere 54(2):185-208.

Cochrane SA, Arts JHE, Ehnes C, Hindle S, Hollnagel HM, Poole A, et al. 2015. Thresholds in chemical respiratory sensitisation. Toxicology 333:179-194.

Dik S, Rorije E, Schwillens P, van Loveren H, Ezendam J. 2016. Can the Direct Peptide Reactivity Assay Be Used for the Identification of Respiratory Sensitization Potential of Chemicals? Toxicol Sci 153(2):361-371.

Gaonkar CV, Kumar A, Matta VM, Kurian S. 2020. Assessment of crustal element and trace metal concentrations in atmospheric particulate matter over a coastal city in the Eastern Arabian Sea. J Air Waste Manag Assoc 70(1):78-92.

Kong S, Ji Y, Lu B, Zhao X, Han B, Bai Z. 2014. Similarities and Differences in PM_{2.5}, PM₁₀ and TSP Chemical Profiles of Fugitive Dust Sources in a Coastal Oilfield City in China. Aerosol and Air Quality Research 14(7):2017-2028.

Ntziachristos L, Ning Z, Geller MD, Sheesley RJ, Schauer JJ, Sioutas C. 2007. Fine, ultrafine and nanoparticle trace element compositions near a major freeway with a high heavy-duty diesel fraction. Atmospheric Environment 41(27):5684-5696.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2020. The OECD QSAR Toolbox. Version 4.4.1. https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/oecd-qsar-toolbox.htm#Download_qsar_application_toolbox [accessed 30 April 2021].

Rahn KA 1976. The Chemical Composition of the Atmospheric Aerosol. Technical Report. 1 July 1976. Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Kingston, RI. https://books.googleusercontent.com/books/content?req=AKW5QafF2Ku1gpUUyilxoUHPnFv5ondTuci0whbwb63faOCkrvDvSydzJTKYEDmEgCsoojOzCm6hHtKufrC2SoRehu4a0iRN8-I_lu_Xa9vFJh24DG04Xdjsau5aP_VaFUFyAgUPDj-Uh5Z_GXl0TbEmli_yNZ_KEpkighSNilqBqP65aKNMjhu11D66VBl1iVOUzY15HB7BohJSbwQiUutHjmG0P2Qoq8PB8JHbvAZqbCQGwLW7lARXoZbltKqYMfEiBS2TjW0OUZPSaRqcQGJBKvzLkyuHseqqkYFn8E7WnlYdHDGrHM [accessed 14 July 2021]. .

Tian H, Zhou J, Zhu C, Zhao D, Gao J, Hao J, et al. 2014. A comprehensive global inventory of atmospheric Antimony emissions from anthropogenic activities, 1995-2010. Environ Sci Technol 48(17):10235-10241.

UC Berkeley (University of California Berkeley). 2012. Using Pb and Sr Isotopes to Assess Asian Aerosol Impacts in Urban and Interior California. Final Report. February 2012. Prepared for the California Air Resources Board and the California Environmental Protection Agency. Contract No. 07-318. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/classic//research/apr/past/07-318.pdf> [accessed 30 April 2021].

UC Irvine (University of California Irvine). 2010. Effects of Inhaled Fine Particles on Lung Growth and Lung Disease. Final Report. June 16, 2010. Department of Medicine, School of Medicine, UC, Irvine. Prepared for the California Air Resources Board, Research Division. ARB Agreement No. 05-342. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/classic//research/apr/past/05-342.pdf> [accessed 30 April 2021].

UC Riverside (University of California Riverside). 1996. Kearney Foundation Special Report: Background Concentrations of Trace and Major Elements in California Soils. March 1996. Kearney Foundation of Soil Science, Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Riverside. <https://ucanr.edu/sites/poultry/files/297094.pdf> [accessed 30 April 2021].

Wang Y, Zhu H, Kannan K. 2019. A Review of Biomonitoring of Phthalate Exposures. Toxics 7(2).

Water Education Foundation n.d. Aquapedia background: Kesterson Reservoir. <https://www.watereducation.org/aquapedia/kesteron-reservoir> [accessed 16 March 2021].

Young TM, Heeraman DA, Sirin G, Ashbaugh LL. 2002. Resuspension of soil as a source of airborne lead near industrial facilities and highways. Environ Sci Technol 36(11):2484-2490.

Apéndices del Informe Final de SNAPS Lost Hills

K. Evaluación de Olores a Nivel de Detección para Lost Hills

a. Introducción

El olor es una de las denuncias más comunes sobre la calidad del aire ambiente y puede afectar la calidad de vida y el bienestar. En una encuesta de salud en Lost Hills de 27 individuos, el 92,3% de los encuestados informaron sobre olores en sus casas y su comunidad, con un 11% reportando olores de 2 a 3 veces por semana y un 82% reportando olores cada día (Earthworks and Clean Water Fund 2015). Los olores fueron caracterizados como petróleo, petróleo quemado, huevos podridos, químicos, cloro o lejía, dulce, drenajes, y amonio (Earthworks and Clean Water Fund 2015). Síntomas asociados con los olores reportados por los encuestados incluyeron dolor de cabeza, náusea/mareo, ojos ardientes o llorosos, e irritación de nariz y garganta (Earthworks and Clean Water Fund 2015).

La evaluación de olores ambientales es un campo que está evolucionando y es complicado por la calidad subjetiva de los olores, la variante de sensibilidad a los olores, las dificultades técnicas asociadas con la medición del olor, y la falta de entendimiento con respecto a los efectos de mezclas complejas (CASA 2015; UCLA 2019). Un odorante es una sustancia que puede provocar una respuesta olfativa (detectado por el olfato) (AIHA 2013). Los individuos pueden variar grandemente en su habilidad de percibir olores, y para un individuo la sensibilidad al olor puede variar según el compuesto (AIHA 2013). La variabilidad de la sensibilidad de olores entre los individuos puede relacionarse con bastantes factores incluyendo el estatus de fumador, edad, género, y el estado mental/físico (AIHA 2013).

El término *umbral de detección de olores* es comúnmente definido como la concentración en la cual el 50% de la población sería prevista a detectar el compuesto por medio del olfato. *Umbral de reconocimiento del olor* es comúnmente definido como la concentración en la cual el 50% de la población sería esperado que reconociera el olor, queriendo decir las características del olor (e.g., con olor a pescado, huevos podridos) pudiera ser descrito. Ambos umbrales son determinados basándose en análisis experimentales que impliquen paneles de olor humano (CASA 2015). La exposición continua a odorantes puede también resultar en fatiga olfativa, en la cual el individuo pierde la habilidad para oler el compuesto cuando todavía está presente.

Los objetivos de esta evaluación sobre olores a nivel de detección eran: (1) caracterizar el potencial de detección de olores a partir de los resultados del monitoreo del aire y del olor y publicar umbrales de olor, y (2) revisar las denuncias sobre los olores en Lost Hills recibidas durante los monitoreos del Estudio del Aire en Vecindarios cerca de Fuentes de Petróleo (SNAPS) en el contexto de los datos de monitoreo del aire.

b. Métodos

i. Selección del Umbral de Olor

Tres fuentes fueron utilizadas para identificar los umbrales del olor: (1) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) (1992) la cual resumía los umbrales de olor de una variedad de estudios; (2) La Asociación de Higiene Industrial Americana (AIHA)(2013) la cual resume los umbrales de olor de una variedad de estudios; y (3) los Niveles de Detección de Efectos de Olor (ESLs) a corto plazo de la Comisión de Calidad Ambiental de Texas (TCEQ) los cuales son desarrollados por sustancias malolientes y son derivados de *umbrales de detección de olor, umbrales de reconocimiento de olores*(TCEQ 2015a, b, 2020). Los ESLs de la TCEQ a corto plazo pudieran no ser umbrales de olores de un estudio específico pero son derivados de este tipo de datos (e.g., media geométrica de umbrales de olor). Los umbrales de olor para un solo compuesto comúnmente abarcan varias órdenes de magnitud debidas a diferencias individuales y debido a variabilidades en los métodos de ensayo incluyendo control de dilución del odorante, medición de la concentración aérea en la persona, y el tipo de análisis o entrega de compuesto (AIHA 2013; CASA 2015; US EPA 1992). En este análisis a nivel de detección, el umbral más bajo de olores de estas fuentes fue seleccionado para cada compuesto de manera que se asegure que los problemas del odorante potencial serán identificados. En un análisis más perfeccionado, se podrían utilizar criterios específicos (por ejemplo, tamaño del panel, calibración mejorada del instrumento) para evaluar la calidad del umbral.

ii. Hipótesis de Exposición

Para estimar la exposición se utilizó la máxima concentración en el aire medida en 1 hora o en 24 horas para cada compuesto con datos de muestreo en tiempo real o discreto, respectivamente. Para el benceno, el tolueno y el sulfuro de hidrógeno, para los que se disponía tanto de datos en tiempo real como de datos discretos, se utilizó el promedio máximo de 1 hora en tiempo real. Tal como se analiza en la Sección b del Anexo J, los promedios máximos de 24 horas pueden subestimar los promedios máximos de 1 hora.

iii. Cálculos del Cociente de Olor

Los cocientes de olor (OO) fueron calculados dividiendo la concentración máxima de aire por el umbral de olor seleccionado. Los OOs que superan la unidad indican que las sustancias podrían ser detectadas por los residentes de Lost Hills en la concentración máxima medida. Los OOs que no exceden la unidad indican que es menos probable que las sustancias sean detectadas por los residentes de Lost Hills en la concentración máxima.

$$\text{Odor Quotient} = \frac{\text{Maximum Air Concentration } (\frac{\mu g}{m^3})}{\text{Odor Threshold } (\frac{\mu g}{m^3})}$$

c. Resultados y Discusión

i. Umbrales de Olor y Cocientes de Olor

Resumen 1K: Sesenta y cinco de los compuestos detectados tenían umbral (es) de olor publicado. Para ocho compuestos, la concentración máxima en el aire excedió el umbral de olor seleccionado (más bajo), lo que indica que los compuestos pueden ser detectados por el olor. El sulfuro de hidrógeno y el ozono superaron los umbrales de olor seleccionados con mayor frecuencia.

La Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental (OEHHA) identificó umbrales de olor para sesenta y cinco de los compuestos detectados en el monitoreo del aire del SNAPS (Tabla K.3) (AIHA 2013; TCEQ 2015a, b, 2020; US EPA 1992). El cloro se excluyó ya que los umbrales de olor son para el gas clorado y el cloro medido en el SNAPS como parte del total de partículas en suspensión. Ocho sustancias químicas - incluyendo cuatro compuestos de sulfuro (que contienen azufre), que son bien conocidos por ser olorosos a bajas concentraciones- tenían concentraciones máximas en el aire que superaban el umbral de olor seleccionado ($OQ > 1$), incluyendo acetaldehído, dimetil disulfuro, etil metil sulfuro, sulfuro de hidrógeno, isobutil mercaptano, m-dietilbenceno, p-dietilbenceno y ozono (Tabla K.3; Figura K.1). Esto sugiere que estos compuestos a veces pueden ser detectados por el olfato en Lost Hills. Las características de olor de estos compuestos se describen en la Tabla K.1. Los compuestos que no se detectaron por encima del umbral de olor tienen menos probabilidades de ser percibidos por los residentes de Lost Hills. Sin embargo, la detección no se puede descartar porque: (1) los umbrales de olor generalmente representan un nivel de detección/reconocimiento para el 50% de la población, por lo que algunos individuos pueden detectar el olor a concentraciones más bajas, y (2) debido a la metodología de muestreo, algunos puntos máximos pueden ser más altos de lo que se refleja en los datos del SNAPS.

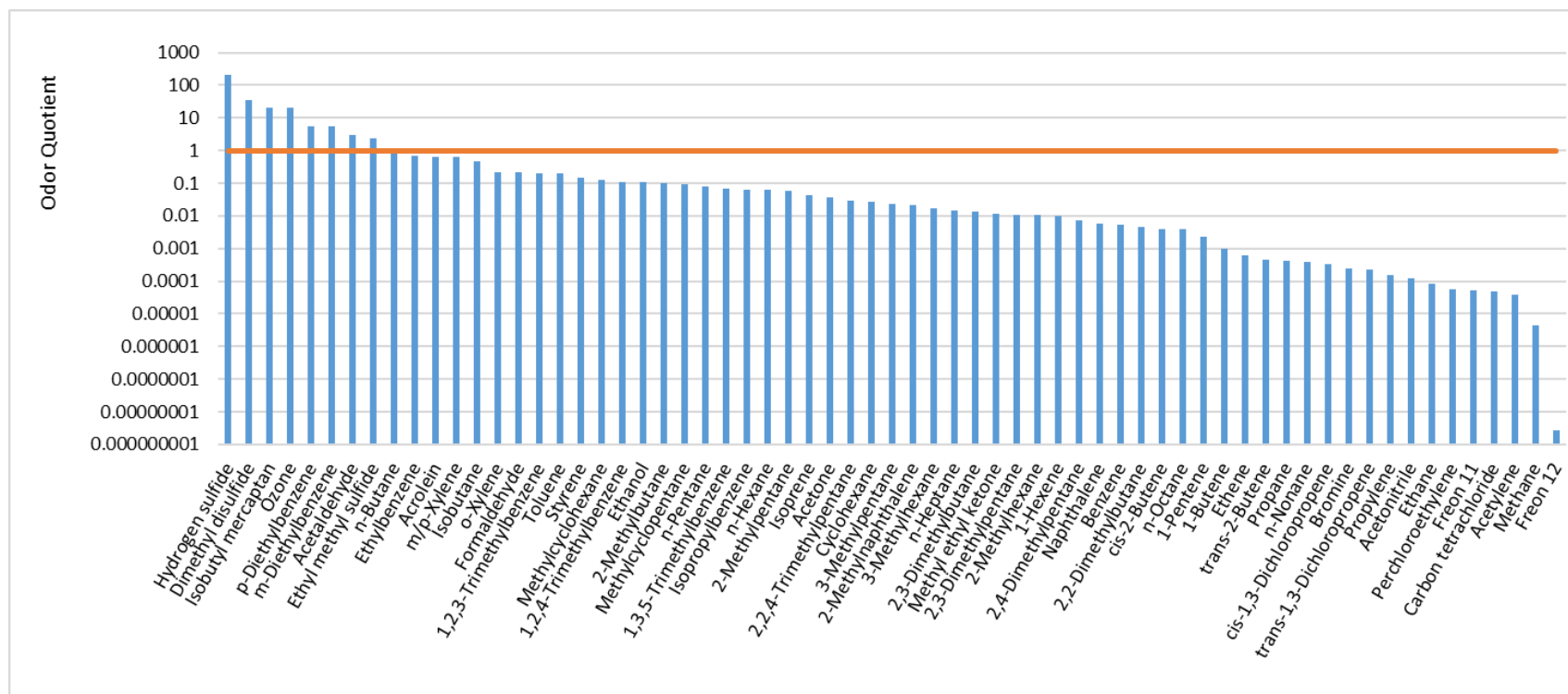


Figura K.1 Cocientes de olor (OQ) para los 65 compuestos con umbral (es) de olor disponible. La línea horizontal naranja denota un OQ de 1, por debajo del cual es menos probable que el compuesto sea detectado por el olor.

Tabla K.1 Descripción del olor para compuestos con un cociente de olor mayor a la unidad (OO)>1. Las descripciones de los olores fueron recopiladas de AIHA (2013) y TCEQ (2015b).

Compuesto	Número de Registro CAS	Descripción del Olor	Rango de los Umbrales de Olor Reportados ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^a
Acetaldehído	75-07-0	agradable, afrutado a baja concentración; picante a alta concentración	2.7 - 1,800,000
m-Dietilbenceno ^b	141-93-5	-	2.1 - 390
p-Dietilbenceno ^b	105-05-5	-	2.1 - 390
Dimetil disulfuro	624-92-0	huevo podrido, ajo, verduras, pútrido, espárragos	1.1 – 5,600
Sulfuro Metil Etílico	624-89-5	sulfuroso	22
Sulfuro de hidrógeno	7783-06-4	huevo podrido	0.056 – 5,000
Isobutilo mercaptano	513-44-0	picante	3.6
Ozono	10028-15-6	punzante, tormenta eléctrica	6.4 - 500

Abreviaciones: CAS, Chemical Abstracts Service

^a Rango de umbrales de olor reportados por AIHA, TCEQ y US EPA (AIHA 2013; TCEQ 2015a, b, 2020; US EPA 1992).

^b El umbral de olor es para el dietilbenceno, mezcla de isómeros

El sulfuro de metilo de etilo y el mercaptano de isobutilo se detectaron cada uno en una de las 23 muestras (4%). También se detectó disulfuro de dimetilo en una de las 23 muestras (4%); sin embargo, el límite de notificación ($9,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$) es mayor que el umbral de olor seleccionado ($1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), por lo que se desconoce con qué frecuencia este compuesto superó el umbral de olor. Los dietilbencenos superaron el umbral de olor seleccionado en el 0,09% de las muestras, y el acetaldehído superó el umbral de olor seleccionado en el 23% de

las muestras. El sulfuro de hidrógeno y el ozono superaron los umbrales de olor seleccionados (más bajos) con mayor frecuencia en el 87% y el 99% de las muestras, respectivamente.

El sulfuro de hidrógeno se produce naturalmente en el petróleo crudo y el gas natural y su olor se ha asociado con la producción de petróleo y gas (McCallum et al. 2016). El petróleo crudo con alto contenido de azufre ($>1\%$) es referido como "agrio" y el petróleo con bajo contenido de azufre ($<0,5\%$) es referido como "dulce" (CEC 2006). El Yacimiento Petrolífero de Lost Hills se considera un yacimiento de petróleo agrio con un contenido de azufre de $\sim 1\%$, lo que indica que cantidades sustanciales de sulfuro de hidrógeno pueden estar presentes en el petróleo (CEC 2006; US EPA 1993).

Existe una amplia gama de umbrales de olor notificados para el sulfuro de hidrógeno ($0,056 - 2,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que ilustran que la capacidad de oler el sulfuro de hidrógeno puede ser muy variable en la población humana y/o que los estudios pueden variar en cuanto a calidad (AIHA 2013). Otros organismos han reportado el promedio para el *umbral de detección de olores* como $0,03$ a $0,05 \text{ ppm}$ ($42 - 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (CARB n.d.-a) ó $0,5 - 1 \text{ ppb}$ ($0,70 - 1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (ATSDR 2001). El Estándar de Calidad del Aire Ambiente de California (CAAQS) para el sulfuro de hidrógeno se desarrolló, en parte, con el propósito de controlar el olor a $0,03 \text{ ppm}$ ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para un promedio de 1 hora (OEHHA 2008). Sin embargo, en el CAAQS actual, el sulfuro de hidrógeno sería detectable por el 83% de la población y sería inquietante para el 40% de la población (OEHHA 2008 Anexo D2; Amoores and Hautala 1983). Es importante destacar que ninguna de las muestras de sulfuro de hidrógeno de 1 hora excedió este valor; la concentración máxima fue sólo el 27% del estándar. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las concentraciones de sulfuro de hidrógeno no deben exceder los $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tiempo promedio de 30 minutos) para evitar molestias por olores (WHO 1981); esta concentración se superó en solo una muestra de 7,204 en Lost Hills ($0,014\%$; período de tiempo de 1 hora). Esta evaluación a nivel de detección demuestra que existe la posibilidad de que los residentes detecten el sulfuro de hidrógeno, ya que con frecuencia excede el umbral de olor seleccionado (más bajo); sin embargo, no excede otros valores sugeridos para el control de olores.

Para el ozono y el acetaldehído, una parte de sus concentraciones en el aire ambiente probablemente se forma a través de reacciones químicas secundarias en el aire. Existe una amplia gama de umbrales de olor reportados para el ozono ($6,4 - 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y el acetaldehído ($2,7 - 1,800,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lo que ilustra que la capacidad de olerlos puede ser muy variable en la población humana y/o que los estudios varían en cuanto a calidad (AIHA 2013). El ozono no excedió los Estándares Nacionales o de Calidad del Aire Ambiente de California, que se establecieron para la protección de la salud, pero se reconoce que algunas personas pueden oler el ozono a niveles más bajos (CARB n.d.-b). El acetaldehído no superó el umbral de olor de WHO de $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO 1994). La concentración media de acetaldehído en todo el estado en 2018 es de $1,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CARB 2021), que también excede el umbral de olor seleccionado, pero no el umbral de olor de la OMS. Esta evaluación a nivel de detección demuestra que existe la posibilidad de que los residentes detecten el ozono y el acetaldehído, ya que los compuestos con frecuencia superan los umbrales de olor

seleccionados (más bajos); sin embargo, se necesita un análisis más refinado para determinar los mejores umbrales de olor y hacer una comparación entre Lost Hills y otras ubicaciones.

ii. Relación con las Denuncias por Olores

Resumen 2K: Durante el periodo de muestreo hubo varias denuncias por olores por parte de los miembros de la comunidad. Las concentraciones de ozono eran altas en torno al momento de varias de las denuncias de olor, sin embargo, es difícil identificar la causa exacta de los olores.

La Junta de Recursos del Aire de California (CARB) recibió denuncias sobre olores cuatro días durante el período de monitoreo y un día después de que terminó el monitoreo (Tabla K.2). Además, un grupo comunitario comentó que varios residentes en junio y julio de 2019 olfatearon un fuerte olor a petróleo/gas cerca del borde occidental de King Street aproximadamente de 5:00 a 7:00 a.m.

Tabla K.2 Denuncias recibidas durante o después del monitoreo del aire del SNAPS. Algunas denuncias incluían reportes de síntomas de salud y dirección del viento.

Fecha	Tiempo	Ubicación	Descripción (características del olor; síntomas de salud; dirección del viento)
2/24/2020	Desde 6:00 p.m. hasta la noche	Fresno St. y Lost Hills Rd.	Olor fuerte de petróleo y gas; dolores de cabeza, irritación de garganta, y dificultad para respirar; viento oeste norte y del oeste
2/24/2020	6:00 PM - 6:54 PM	Bayer St.	Olor fuerte; dolor de garganta; dirección del viento es del oeste al este
2/24/2020	7:00 PM	Bayer St.	Olor de caucho quemado y petróleo; dolor de ojos y de garganta
2/24/2020	7:00 PM	Bayer St.	Olor de caucho quemado fuerte; viento de sur a oeste
3/4/2020	5:18 PM	Bayer St.	Olor de carne/sangre podrida fuerte; viento de sur a oeste
4/15/2020	12:20 PM - 1:00 PM	North Lost Hills cerca de Wonderful Park	Olor de gas y de petróleo fuerte

4/15/2020	1:00 PM	Wonderful Park	Fuerte olor a petróleo/soldadura
4/18/2020	6:10 PM - 6:15 PM y 6:10 PM - 6:35 PM ^a	Bayer St.	Olor a medicina fuerte
5/2/2020 ^b	3:00 PM - 6:08 PM	Lost Hills	Olor a aguas residuales; viniendo del norte
5/2/2020 ^b	5:57 PM y 5:45 PM - 6:10 PM ^c	Bayer St.	Olor a lodo podrido fuerte; vientos del noroeste o norte

^a Dos llamadas de la misma persona para aclarar una fecha errónea

^b Después de que se completó el monitoreo del aire del SNAPS

^c Dos llamadas de la misma persona para proporcionar más información

Sólo una fecha de denuncia coincidió con el acopio de compuestos orgánicos volátiles (3/4/2020). Ese día, el disulfuro de dimetilo, el sulfuro de etilo y el isobutil mercaptano estaban por debajo del límite de notificación. El límite de notificación del disulfuro de dimetilo es superior al umbral de olor seleccionado, lo que impide evaluar la probabilidad de detección por el olor. Se detectó acetaldehído a 1,623 µg/m³, lo cual es inferior al valor umbral de olor seleccionado de 2,7 µg/m³.

Para muestras en tiempo real, se examinaron las concentraciones de sulfuro de hidrógeno, ozono, m-dietilbenceno y p-dietilbenceno en la fecha/hora en que comenzaron las denuncias de olor. No se midieron m- y p-dietilbenceno ó no se midieron por encima del valor umbral de olor seleccionado en ninguna de las horas en que iniciaron las denuncias. Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno y de ozono en el aire superaron los valores umbrales de olor seleccionados (los más bajos) en los momentos de las denuncias. Sin embargo, las concentraciones de aire medidas para el sulfuro de hidrógeno en el momento de inicio de las denuncias sobre olores estaban entre el percentil 25 y 75, lo que indica que son típicas. Para el ozono, dos de las concentraciones de aire medidas estuvieron entre el percentil 25 y 75 y dos excedieron el percentil 75, lo que indica que son más altas de lo típico. La mayoría de los resultados en las dos horas anteriores a cada denuncia por olor fueron similares: los dietilbencenos no se midieron o no excedieron el umbral de olor seleccionado, el sulfuro de hidrógeno excedió el umbral de olor seleccionado, pero las concentraciones no fueron atípicas (menos del percentil 75). En las dos horas previas a la denuncia por olor, el ozono superó el umbral de olor seleccionado y las concentraciones fueron superiores al percentil 75 en tres fechas (2/24/2020, 3/4/2020 y 4/15/2020).

Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno excedieron el umbral de olor seleccionado en el momento de las denuncias de olor, pero estas denuncias no se alinean con las concentraciones atípicas. El ozono fue detectado en altas concentraciones en torno del momento de las denuncias de olor, lo que sugiere que podría estar contribuyendo a los fuertes olores. Es difícil determinar la causa exacta de un olor con los datos de monitoreo del aire del SNAPS porque: (1) los olores pueden estar relacionados con sustancias químicas que no se midieron o detectaron, (2) las concentraciones medidas en el sitio de monitoreo pueden ser diferentes a las de otros lugares en Lost Hills, y (3) una falta de definición para los odorantes que no tenían monitoreo continuo del aire. Además, es poco probable que la presentación de denuncias específicas refleje la frecuencia y la magnitud de los problemas de olores (Earthworks and Clean Water Fund 2015).

d. Conclusiones y Limitaciones

La complejidad y variabilidad del sistema olfativo hace que sea difícil asignar olores a un compuesto y concentración específicos. Por lo tanto, el cálculo de los cocientes de olor basado en concentraciones máximas se puede ver como una pantalla para posibles impactos de olores en Lost Hills. Una limitación de esta evaluación es que los olores ambientales son comúnmente mezclas y la interacción de los odorantes puede ser compleja con efectos sinérgicos y antagónicos (UCLA 2019). En las muestras ambientales es posible que un olor disimule otro. Sin embargo, para esta evaluación a nivel de detección, cada compuesto se evaluó de forma independiente. Además, los umbrales de olor se seleccionaron eligiendo el valor más bajo y no se evaluaron por su calidad. Una evaluación más perfeccionada debería incluir criterios para la selección del umbral de olor.

La posibilidad de que se produzcan efectos indirectos en la salud por la exposición a los olores es razonable, pero no se ha evaluado cuantitativamente. Los síntomas comunes que surgen de la exposición al olor incluyen dolores de cabeza, congestión nasal, irritación de ojos, nariz y garganta, ronquera, dolor de garganta, tos, opresión en el pecho y dificultad para respirar, entre otros (ATSDR 2015). Se reportaron resultados de salud similares en las denuncias de olores y en la encuesta comunitaria sobre salud en Lost Hills (Tabla K.2, Earthworks and Clean Water Fund 2015). La capacidad de estos compuestos para causar irritación se aborda en el desarrollo de los HGVs y se contempla en la evaluación del riesgo para la salud, pero no se abordan los síntomas indirectos derivados del olor.

Esta evaluación a nivel de detección indica que es poco probable que la mayoría de las sustancias químicas detectadas sean percibidas por el olfato en las concentraciones máximas medidas, aunque sus concentraciones podrían ser más altas en otros lugares o en momentos en los que no fueron medidas. También es posible que se hayan perdido las concentraciones máximas como resultado de la duración del muestreo de 24 horas para algunos compuestos. Los compuestos que excedieron su umbral de olor fueron principalmente aldehídos y compuestos que contienen azufre, que se sabe que tienen umbrales de olor bajos y olores desagradables que pueden afectar la calidad de vida y el bienestar. En conclusión, este

análisis sugiere que los compuestos del aire ambiente podrían ser percibidos por los residentes de Lost Hills, a través del olor.

*Tabla K.3 Umbrales de olor seleccionados (más bajos), concentraciones máximas en el aire y cocientes de olor. Los cocientes de olor que excedieron a uno están en **negritas**.*

Compuesto	Número de Registro CAS	Umbral de Olor Seleccionado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fuente	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la Muestra (hora)	Cociente de Olor
Acetaldehído	75-07-0	2.7	AIHA/US EPA ^b	8.024	24	3.0
Acetona	67-64-1	940	AIHA ^a	35.61	24	0,038
Acetonitrilo	75-05-8	22,000	AIHA ^b	2.685	24	0.00012
Acetileno	74-86-2	240,000	AIHA ^b	9.26	1	0.000039
Acroleína	107-02-8	8.3	AIHA ^b	5,5	24	0.66
Benceno	71-43-2	1,500	AIHA ^b	8.04	1	0.0054
Bromo	7726-95-6	<65	AIHA ^b	0.0159	24	0.00024
n-Butano	106-97-8	1,000	AIHA ^a	784	1	0.78
1- Buteno	106-98-9	830	AIHA ^b	0.807	1	0.00097
Cis-2-butano	590-18-1	830	AIHA ^b	3.16	1	0.0038
Trans-2-buteno	624-64-6	830	AIHA ^b	0.391	1	0.00047
Tetra-cloruro de Carbono	56-23-5	10,580	AIHA ^a	0.516	24	0.000049
Ciclohexano	110-82-7	1,800	AIHA ^a	48.6	1	0.027

Compuesto	Número de Registro CAS	Umbral de Olor Seleccionado (µg/m³)	Fuente	Max Conc. Aire (µg/m³)	Duración de la Muestra (hora)	Cociente de Olor
cis-1,3-Dicloropropeno	542-75-6	<4,500	AIHA ^a	1.542	24	0.00034
trans-1,3-Dicloropropeno	542-75-6	<4,500	AIHA ^a	0.998	24	0.00022
m-Di-etilbenceno	141-93-5	2.1	AIHA ^b	11.3	1	5.4
p-Di-etilbenceno	105-05-5	2.1	AIHA ^b	11.8	1	5.6
2,2-dimetilbutano	75-83-2	1,500	AIHA ^b	6.86	1	0.0046
2,3-dimetilbutano	79-29-8	1,500	AIHA ^b	19.8	1	0.013
Dimetil Disulfuro	624-92-0	1.1	AIHA ^b	38.12	24	35
2,3-dimetilpentano	565-59-3	1,700	AIHA ^b	17.9	1	0.011
2,4-dimetilpentano	108-08-7	1,700	AIHA ^b	12.6	1	0.0074
Etano	74-84-0	25,000,000	AIHA ^a	2,030	1	0.000081
Etanol	64-17-5	170	AIHA ^b	18.64	24	0.11
Etano	74-85-1	20,000	AIHA ^a	12.1	1	0.00061
Sulfuro Metil Etílico	624-89-5	22	TCEQ ^c	52.92	24	2.4
Etilbenceno	100-41-4	<10	AIHA ^a	7.05	1	0.71
Formaldehído	50-00-0	33	AIHA ^d	6.95	24	0.21
Freón 11	75-69-4	28,000	AIHA ^b	1.46	24	0.000052

Compuesto	Número de Registro CAS	Umbral de Olor Seleccionado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fuente	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la Muestra (hora)	Cociente de Olor
Freón 12	75-71-8	988,000,000	AIHA ^a	2.619	24	0.0000000027
n-Heptano	142-82-5	1,700	AIHA ^b	26.3	1	0.015
n-Hexano	110-54-3	1,500	AIHA ^b	91.2	1	0.061
1- Hexeno	592-41-6	480	AIHA ^b	4.83	1	0.010
Sulfuro de hidrógeno	7783-06-4	0.056	AIHA ^a	11.33	1	200
Isobutano	75-28-5	1,000	AIHA ^a	477	1	0.48
Isobutilo mercaptano	513-44-0	3.6	TCEQ ^c	73.73	24	20
Isopreno	78-79-5	130	TCEQ ^c	5.46	1	0.042
Isopropilbenceno	98-82-8	25	US EPA ^a	1.56	1	0.062
Metano	74-82-8	1,900,000,000	AIHA ^a	8,270	1	0.00000044
Metilciclohexano	108-87-2	600	AIHA ^b	78.1	1	0.13
Metilciclopentano	96-37-7	1,500	AIHA ^b	143	1	0.095
2-Metilbutano	78-78-4	3,800	AIHA ^b	371	1	0.098
Butanona	78-93-3	210	AIHA ^b	2.515	24	0.012
2-metilhexano	591-76-4	1,700	AIHA ^b	18.1	1	0.011

Compuesto	Número de Registro CAS	Umbral de Olor Seleccionado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fuente	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la Muestra (hora)	Cociente de Olor
3-metilhexano	589-34-4	1,700	AIHA ^b	28.2	1	0.017
2-Metilnaftaleno	91-57-6	4	AIHA ^b	0.085	24	0.021
2-Metilpentano	107-83-5	1,500	AIHA ^b	89.3	1	0.060
3-metilpentano	96-14-0	1,500	AIHA ^b	34.1	1	0.023
Naftaleno	91-20-3	7	AIHA ^b	0.039	24	0.0056
n-Nonano	111-84-2	12,000	AIHA ^b	4.51	1	0.00038
n-Octano	111-65-9	3,100	AIHA ^b	11.7	1	0.0038
Ozono	10028-15-6	6.4	AIHA ^b	130.55	1	20
n-Pentano	109-66-0	3,800	AIHA ^b	302	1	0.079
1-Penteno	109-67-1	290	TCEQ ^c	0.663	1	0.0023
Percloroetileno	127-18-4	5,200	AIHA ^b	0.285	24	0.000055
Propano	74-98-6	2,700,000	AIHA ^a	1,170	1	0.00043
Propilene	115-07-1	17,300	AIHA ^a	2.65	1	0.00015
Estireno	100-42-5	12	AIHA ^a	1.76	1	0.15
Tolueno	108-88-3	80	AIHA/US EPA ^b	16.2	1	0.20
1,2,3-trimetilbeceno	526-73-8	30	AIHA ^a	5.96	1	0.20

Compuesto	Número de Registro CAS	Umbral de Olor Seleccionado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fuente	Max Conc. Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Duración de la Muestra (hora)	Cociente de Olor
1,2,4-trimetilbenceno	95-63-6	30	AIHA ^a	3.15	1	0.11
1,3,5-Trimetilbenceno	108-67-8	30	AIHA ^a	2.01	1	0.067
2,2,4-Trimetilpentano	540-84-1	3,100	AIHA ^b	93.9	1	0.030
m/p-Xileno	1330-20-7	52	AIHA ^b	33.2	1	0,64
o-Xileno	95-47-6	52	AIHA ^b	11.4	1	0.22

Abreviaciones: CAS, Chemical Abstracts Service; conc., concentración; max, máximo

^a Tipo de umbral de olor (detección/reconocimiento) no reportado

^b Umbral de detección de olores

^c Valor de TCEQ derivado de los umbrales de olor

^d Umbral de reconocimiento de olores

Las fuentes incluyen: AIHA 2013; TCEQ 2020; US EPA 1992.

e. Referencias

AIHA (American Industrial Hygiene Association). 2013. Odor Thresholds for Chemicals with Established Health Standards, Second Edition. Falls Church, VA.

Amoore JE, Hautala E. 1983. Odor as an aid to chemical safety: odor thresholds compared with threshold limit values and volatilities for 214 industrial chemicals in air and water dilution. *J Appl Toxicol* 3(6):272-290.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2001. Landfill Gas Primer: An Overview for Environmental Health Professionals. November 2001. Division of Health Assessment and Consultation, ATSDR, US Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/hac/landfill/html/intro.html> [accessed 19 Feb 2021].

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2015. Environmental Odors: Frequently Asked Questions (FAQ). <https://www.atsdr.cdc.gov/odors/faqs.html> [page last reviewed 23 Oct 2015; accessed 2 March 2021].

CARB (California Air Resources Board). 2021. iADAM: Air Quality Data Statistics. Select and View Air Quality Data for Various Pollutants throughout the State. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://www.arb.ca.gov/adam> [accessed 8 March 2021].

CARB (California Air Resources Board). n.d.-a. Hydrogen Sulfide & Health. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://ww2.arb.ca.gov/resources/hydrogen-sulfide-and-health> [accessed 2 March 2021].

CARB (California Air Resources Board). n.d.-b. Ozone & Health: Health Effects of Ozone. CARB, California Environmental Protection Agency. <https://ww2.arb.ca.gov/resources/ozone-and-health> [accessed 2 March 2021].

CASA (Clean Air Strategic Alliance). 2015. Good Practices Guide for Odour Management in Alberta: From Prevention and Mitigation to Assessment and Complaints. https://www.casahome.org/uploads/source/PDF/CASA_GPG_webversion_V3.pdf [accessed 3 May 2021].

CEC (California Energy Commission). 2006. California Crude Oil Production and Imports. Fossil Fuels Office, Fuels and Transportation Division, CEC. https://www.ci.benicia.ca.us/vertical/sites/%7BF991A639-AAED-4E1A-9735-86EA195E2C8D%7D/uploads/Appendix_C_-_CEC-600-2006-006.pdf [accessed 3 May 2021].

Earthworks and Clean Water Fund 2015. CALIFORNIANS AT RISK: An Analysis of Health Threats from Oil and Gas Pollution in Two Communities. Case studies in Lost Hills and Upper Ojai. https://www.earthworks.org/cms/assets/uploads/archive/files/publications/CaliforniansAtRisk_FINAL.pdf [accessed 6 April 2021].

McCallum LC, Souweine K, McDaniel M, Koppe B, McFarland C, Butler K, et al. 2016. Health Impact Assessment of an oil drilling project in California. *Int J Occup Med Environ Health* 29(2):229-253.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment). 2008. Technical Support Document for the Derivation of Noncancer Reference Exposure Levels. Oakland, CA: Air Toxicology and Epidemiology Branch, OEHHA, <https://oehha.ca.gov/air/crnrr/notice-adoption-air-toxics-hot-spots-program-technical-support-document-derivation> [accessed 23 March 2020].

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2015a. Approaches to Derive Odor-Based Values. <https://www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/tox/dsd/positionpaper/odor.pdf> [accessed 18 March 2020].

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2015b. sept2015 [Excel file containing list of odor values]. <https://www.tceq.texas.gov/toxicology/tceq-toxicology-position-papers>, <http://www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/tox/esl/list/odor/sept2015.xlsx> [accessed 4 March 2020].

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2020. Welcome to the Texas Air Monitoring Information System (TAMIS) Web Interface. <https://www17.tceq.texas.gov/tamis/index.cfm?fuseaction=home.welcome> [accessed 26 August 2020].

UCLA (University of California Los Angeles). 2019. Odor Complaints, Health Impacts and Monitoring Methods. Final White Paper. September 3, 2019. Prepared for the California Air Resources Board and the California Environmental Protection Agency. UCLA-CARB Agreement Number 18RD010. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/classic/research/apr/past/18rd010.pdf> [accessed 1 Sep 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1992. Reference Guide to Odor Thresholds for Hazardous Air Pollutants Listed in the Clean Air Act Amendments of 1990. EPA/600/R-92/047. March 1992. Washington, DC: Prepared for Air Risk Information Support Center, Office of Research and Development, US EPA. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/hhra/recordisplay.cfm?deid=40610> [accessed 3 May 2021].

US EPA (United States Environmental Protection Agency). 1993. Report to Congress on Hydrogen Sulfide Air Emissions Associated with the Extraction of Oil and Natural Gas. EPA-453/R-93-045. October 1993. Research Triangle Park, NC: Office of Air Quality Planning and Standards, US EPA. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/00002WG3.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1991+Thru+1994&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestri>

ct=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C91thru94%5CTxt%5C00000006%5C00002WG3.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL [accessed 3 May 2021].

WHO (World Health Organization). 1981. IPCS International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 19: Hydrogen Sulfide. Geneva, Switzerland: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc019.htm#SubSectionNumber:1.1.5> [accessed 3 May 2021].

WHO (World Health Organization). 1994. IPCS International Programme on Chemical Safety: Health and Safety Guide No. 90. Acetaldehyde Health and Safety Guide. Geneva, Switzerland: http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg90_e.htm [accessed 11 March 2021].