

**De:** [ismael.mena](#)  
**A:** [normacov](#)  
**Asunto:** Recomendación Técnica Ambiental  
**Fecha:** jueves, 03 de septiembre de 2020 22:24:46  
**Archivos adjuntos:** [Recomendación Técnica Ambiental Anteproyecto Normativa COVs\(1\).pdf](#)

---

Estimado Ministerio del Medio Ambiente.

En virtud del **“ANTEPROYECTO DE NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES”**, dejo adjunta la siguiente recomendación técnica-ambiental en representación del **Partido Ecologista Verde (PEV)**, con el fin de que, esta sea considerada en la respectiva normativa a crear.

Saludos cordiales.

Atte.

Ismael Mena Abrigo  
Estudiante en Ing. en Medio Ambiente

**\*Solicito Acuso de Recibo**



**RECOMENDACIÓN TÉCNICA-AMBIENTAL PARA  
ANTEPROYECTO DE NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL  
AIRE PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)**

**INVESTIGACIÓN AMBIENTAL**

**Santiago – Chile**

**2020**

<b>Elaborado por</b>	<b>Ocupación</b>	<b>Organización</b>	<b>Destinado a</b>
Ismael Mena Abrigo	Estudiante de Ingeniería en Medio Ambiente	Partido Ecologista Verde (PEV)	Ministerio del Medio Ambiente

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos.....	2
<b>RECOMENDACIÓN ANTEPROYECTO DE NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs).....</b>	<b>3</b>
<b>1. Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs).....</b>	<b>3</b>
<b>2. Normas Internacionales de COVs: .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza de 1979 .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Normativa Estadounidense sobre Emisiones de COVs: EL MÉTODO 21 DE LA U.S. EPA..</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Normativas de la Unión Europea .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Recomendación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) a normar y/o prohibir: .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 NITROBENCENO .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 BENZOPIRENO.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 METANO .....</b>	<b>24</b>
<b>4. Humo del Tabaco .....</b>	<b>31</b>
<b>5. Conclusión .....</b>	<b>42</b>
<b>6. Bibliografía .....</b>	<b>43</b>
<b>7. Conjunto de Firmas de participantes Juventudes PEV Santiago .....</b>	<b>51</b>

## RECOMENDACIÓN ANTEPROYECTO DE NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)

Estimado Ministerio del Medio Ambiente (MMA), referente a lo dispuesto el día **5 de junio del 2020**, mediante la **Resolución 415 EXENTA**:

### **DA INICIO A LA ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)**

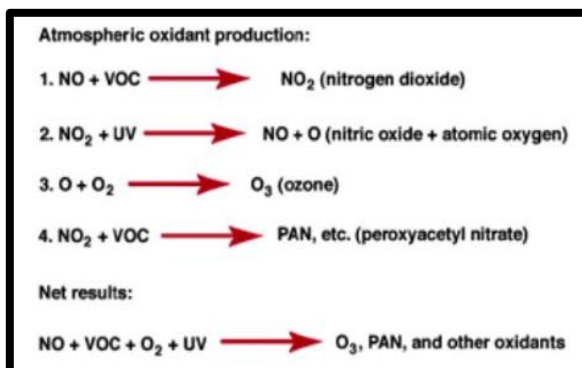
Y conforme a lo **resuelto en su N°4**:

Fíjese un plazo de tres meses contados desde la publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, para la recepción de antecedentes sobre los contaminantes a normar. Cualquier persona natural o jurídica podrá, dentro del plazo señalado precedentemente, aportar antecedentes técnicos, científicos y sociales sobre la materia. Dichos antecedentes deberán ser fundados y entregarse por escrito en la Oficina de Partes del Ministerio del Medio Ambiente, en las Secretarías Regionales Ministeriales del Medio Ambiente, o bien, en formato digital en la casilla electrónica **normacov@mma.gob.cl**, habilitada para tales efectos.

**Solicitó que se valoren los siguientes antecedentes de la recomendación en la normativa a crear:**

#### 1. **Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)**

- Estos compuestos constituyen una gran familia química, que pueden producir diversos efectos en la salud de las personas y en el medio ambiente. Son generados a partir de fuentes cercanas a la población (combustión de combustibles fósiles y leña, producción de solventes, transporte, plaguicidas, etc) y mayormente por las industrias químicas, las plantas de celulosa (COV Azufrados o COVS-S) y las **termoeléctricas**. Sin embargo, las centrales térmicas, independiente del **combustible** a usar (**carbón, petróleo diésel, gas licuado o natural**) generan dichos compuestos por combustión incompleta, fugas u otros procesos. A consecuencia, de las emisiones COVs se forma como contaminante secundario el **Ozono Troposférico**, debido a, reacciones fotoquímicas en la troposfera con los Óxidos de Nitrógeno (NOx) y la radiación solar. Este contaminante secundario, además de generar una gran polución y diversas afecciones a la salud de la población, es un gas muy oxidante e irritante, un **gas de efecto invernadero (GEI)** y que aporta en la formación del **smog fotoquímico** (aumentando por la ubicación geográfica y presencia orográfica del lugar, bajas intensidades del viento y por la Inversión Térmica).



Fuente: Componentes del Medio Ambiente



Fuente: Fundación Terram

Tabla 3 Principales Contaminantes generados por distintas fuentes de actividad

Fuentes de Actividad	Contaminantes						
	Material Particulado	Monóxido de Carbono	Óxidos de Nitrógeno	Óxidos de Azufre	Compuestos Orgánicos Volátiles	Plomo	Ozono Troposférico
Centrales térmicas	✓	✓	✓	✓	✓		
Tráfico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calefacción doméstica a leña	✓	✓	✓	✓	✓		
Refinado de petróleo			✓	✓	✓		
Minería	✓					✓	
Manufacturas metálicas	✓					✓	
Incineración de residuos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Agricultura	✓						

Basado en Kiely, Gerard (1999): "Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión"

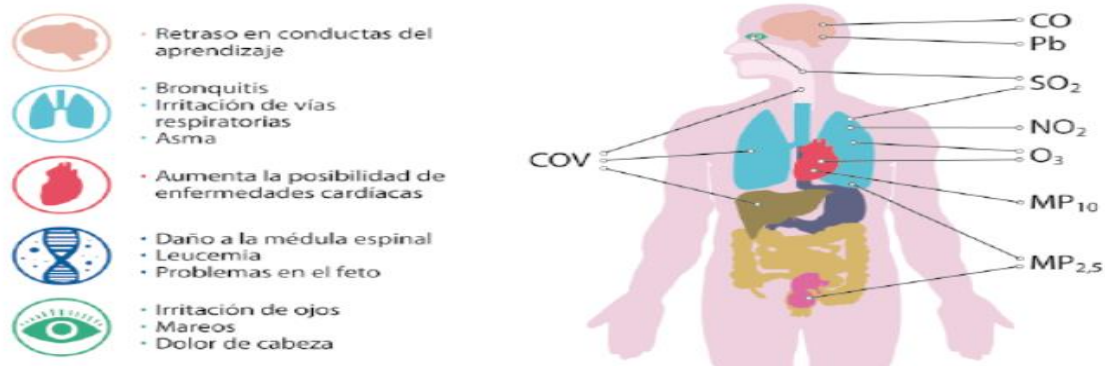
Fuente: Guía de calidad del aire y educación ambiental, MMA, 2018.

En la siguiente tabla se muestran las **principales familias** de compuestos orgánicos volátiles:

- Hidrocarburos Alifáticos ( $C_1 - C_{14}$ )
- Hidrocarburos Olefínicos ( $C_2 - C_{14}$ )
- Hidrocarburos Monoaromáticos
- Disolventes Halogenados
- Freones y Halones
- Alcoholes
- Ésteres
- Éteres
- Aldehídos
- Cetonas
- Ácidos libres
- Aminas
- Terpenos
- Tioles
- Tioéteres
- Nitrilos
- Nitratos de Peroxoacilo (PAN's).
- Nitroalcanos
- Nitroaromáticos
- Heterociclos de O, N o S
- Derivados Organometálicos
- Otros compuestos

Fuente: QUIMACOVA

Figura 3 Efectos en la salud según contaminantes atmosféricos



Fuente: Guía de calidad del aire y educación ambiental, 2018

- En Chile los COVs solo están regulados a:
  - Declaraciones anuales por la **Resolución 2662/2012 “ ESTABLECE DECLARACIÓN DE EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES”** que dispone en su numeral 1º:

Todos los titulares de establecimientos industriales o comerciales ubicados en la Región Metropolitana, que utilicen más de 50 toneladas anuales de solventes por establecimiento, incluido el contenido de éstos últimos en las tintas, pinturas, barnices, u otros similares, deberán declarar anualmente, antes del 1º de mayo de cada año, respecto de los datos del año anterior, a la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana, las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) de sus fuentes de emisión de COV.

- Declaraciones anuales por la **Decreto 138/2005 “ESTABLECE OBLIGACION DE DECLARAR EMISIONES QUE INDICA”** que dispone en su:

**Artículo 1º.-** Todos los titulares de fuentes fijas de emisión de contaminantes atmosféricos que se establecen en el presente decreto deberán entregar a la Secretaría Regional Ministerial de Salud competente del lugar en que se encuentran ubicadas los antecedentes necesarios para estimar las emisiones provenientes de cada una de sus fuentes, de acuerdo con las normas que se señalan a continuación.

**Artículo 2º.-** Estarán afectas a la obligación de proporcionar los antecedentes para la determinación de emisión de contaminantes las fuentes fijas que correspondan a los siguientes rubros, actividades o tipo de fuente:

- \* calderas generadoras de vapor y/o agua caliente \* producción de celulosa
- \* fundiciones primarias y secundarias
- \* **centrales termoeléctricas**
- \* producción de cemento, cal o yeso
- \* producción de vidrio
- \* producción de cerámica
- \* siderurgia
- \* petroquímica
- \* asfaltos
- \* equipos electrógenos.

- La **Resolución 5155/1999 “ ESTABLECE FORMA DE DECLARAR EMISIONES GASEOSAS PARA LAS FUENTES ESTACIONARIAS QUE INDICA”** dispone de un método de detección y análisis de los COVs en su **Art. 4, letra c:**

Método CH-25A: determinación de la concentración de los compuestos orgánicos volátiles totales mediante un analizador de ionización de flama.

- ***Por ende, se recomienda en este punto, a partir de los diversos efectos negativos de los COVs, la mayor rigurosidad en las concentraciones límites horarias y diarias, de alerta, preemergencia y emergencia, a aplicar para los COVs; y que esta norma se aplique a todas las termoeléctricas (independiente del combustible a usar) u otras fuentes emisoras que los produzcan.***

## 2. Normas Internacionales de COVs:

El ingeniero químico José Enrique Jiménez Bonilla asegura que:

### 2.1 Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza de 1979

- Este Convenio fue el primer instrumento jurídico internacional que abordó los problemas de la contaminación atmosférica y ha permitido crear un marco esencial para controlar y reducir el impacto en la salud humana y el medio ambiente de estos contaminantes.
- Desde que entrara en vigor en 1983, se han aprobado 8 Protocolos que lo desarrollan. Dos de ellos inciden muy directamente en el control de la contaminación de la atmósfera por **COVs**: el **Protocolo de Ginebra de 1991**, relativa a la lucha contra las **emisiones de COVs** y sus flujos transfronterizos y el **Protocolo de Gotemburgo de 1999** para combatir la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico.
- El primero de ellos: el **Protocolo de Ginebra**, relativo a la lucha contra las emisiones de **COV** o sus flujos transfronterizos, fue firmado en 1991 y está en vigor desde 1997. En el mismo se definen como **COV “todos los compuestos orgánicos artificiales, distintos del metano, que puedan producir óxidos fotoquímicos por reacción con los óxidos de nitrógenos en presencia de la luz solar”**.
- Este convenio internacional “**sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia**”, al cual **Chile no está adscrito**, posee como fin reducir las emisiones de variables contaminantes, en los cuales se incluyen los **Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)**:

**Cuadro 1**

*Límite máximo de emisiones para 2010-2020 para las Partes que ratificaron el presente Protocolo antes de 2010*

(En miles de toneladas por año)

	Parte	Ratificación	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	COV
1	Bélgica	2007	106	181	74	144
2	Bulgaria	2005	856	266	108	185
3	Croacia	2008	70	87	30	90
4	Chipre	2007	39	23	9	14
5	República Checa	2004	283	286	101	220
6	Dinamarca	2002	55	127	69	85
7	Finlandia	2003	116	170	31	130
8	Francia	2007	400	860	780	1 100
9	Alemania	2004	550	1 081	550	995
10	Hungría	2006	550	198	90	137
11	Letonia	2004	107	84	44	136
12	Lituania	2004	145	110	84	92
13	Luxemburgo	2001	4	11	7	9
14	Países Bajos	2004	50	266	128	191
15	Noruega	2002	22	156	23	195
16	Portugal	2005	170	260	108	202
17	Rumanía	2003	918	437	210	523
18	Eslovaquia	2005	110	130	39	140
19	Eslovenia	2004	27	45	20	40
20	España <sup>a</sup>	2005	774	847	353	669
21	Suecia	2002	67	148	57	241
22	Suiza	2005	26	79	63	144
23	Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	2005	625	1 181	297	1 200
24	Estados Unidos de América	2004	b	c		d
25	Unión Europea	2003	7 832	8 180	4 294	7 585

Fuente: Boletín Oficial del Estado de España

- El segundo instrumento jurídico internacional de importancia en cuanto a la contaminación atmosférica por **COVs** es el **Protocolo de Gotemburgo** para combatir la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico, también conocido como “**multicontaminante-multiefecto**”.
- El Protocolo tienen por objeto controlar y reducir las emisiones de fuentes antropogénicas de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> y **COVs**. Con ello, se quiere evitar que estas emisiones causen efectos negativos en la salud humana, los ecosistemas naturales, los materiales y las cosechas.

- Límites máximos de emisión de **compuestos orgánicos volátiles** (miles de toneladas anuales de COV) Niveles de emisión en 1990 - 1.094 (miles de toneladas anuales). Límite máximo de emisión para 2010 - 669 (miles de toneladas anuales), lo cual supone una **reducción del 39% con respecto a 1990**.

Fuente: Congreso de la República de Perú

## 2.2 Normativa Estadounidense sobre Emisiones de COVs: EL MÉTODO 21 DE LA U.S. EPA

- El **Método 21** ha sido desarrollado por la **U.S. EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)** para definir los estándares en la determinación de fugas de COVs.
- La práctica total de las leyes, reglamentos y normativas sobre emisiones de COV s, tanto nacionales como internacionales, se basan en el citado Método 21.
- Este método es aplicable para la determinación de fugas de COVs en equipos de procesos. Estas fuentes incluyen, pero no se limita a, válvulas, bridas y otras conexiones, bombas y compresores, mecanismos de alivio de presión, drenajes de proceso, finales de línea abiertos, venteos de depósitos acumuladores, sellos de agitadores y sellos de puertas de acceso.



Fuente: EPA



### 2.3 Normativas de la Unión Europea

- En su **Directiva 84/360** del 28 de junio de 1984, “relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales”, ya señalaba en su Anexo II, como sustancias peligrosas a los **Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)**.

<i>ANEXO II</i>	
<b>LISTA DE LAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES MÁS IMPORTANTES</b> (con arreglo al punto 2 del artículo 4)	
1.	Anhídrido sulfuroso y otros compuestos de azufre
2.	Oxidos de nitrógeno y otros compuestos de nitrógeno
3.	Monóxido de carbono
4.	Sustancias orgánicas y, en particular, hidrocarburos (con exclusión del metano)
5.	Metales pesados y compuestos de metales pesados
6.	Polvo, amianto (partículas en suspensión y fibras), fibras de vidrio y fibras minerales
7.	Cloro y compuestos de cloro
8.	Flúor y compuestos de flúor

Fuente: Diario de las Comunidades Europeas

- En su **Directiva 94/63/CE** del 20 de diciembre de 1994, “sobre el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) resultantes del almacenamiento y distribución de gasolina desde las terminales a las estaciones de servicios”. Señala en su **Art. 1:**

La presente Directiva se aplicará a las operaciones, instalaciones, vehículos y buques empleados en el almacenamiento, carga y transporte de gasolina de una terminal a otra o de una terminal a una estación de servicio.

- La **Directiva 99/13/CE** de 11 de marzo de 1999, “relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones”, modificada por la directiva 2004/42, de 21 de abril de 2004. Disponiendo en su **Anexo II “Umbrales y Controles de Emisión”** los límites máximos para las diversas actividades que produzcan Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs):

mg C/Nm<sup>3</sup> = Miligramos de gases residuales por metro cubico normal

ANEXO II A

I. UMBRALES Y CONTROLES DE EMISIÓN

Actividad (umbral de consumo de disolvente en toneladas/año)	Umbral (umbral de consumo de disolvente en toneladas/ año)	Valores límite de emisión en gases residuales (mg C/Nm <sup>3</sup> )	Valores límite de emisión fugaz (por- centaje de entrada de disolventes)		Valores límite de emisión total		Disposiciones especiales
			Nuevo	Existente	Nuevo	Existente	
1 Impresión en <i>offset</i> de bobinas por calor (> 15)	15-25 > 25	100 20	30 <sup>(1)</sup> 30 <sup>(1)</sup>				( <sup>1</sup> ) El residuo de disolvente en el producto terminado no debe considerarse como parte de las emisiones fugaces.
2 Rotograbado de publicaciones (> 25)		75	10	15			
3 Otras unidades de rotograbado, flexografía, impresión serigráfica rotativa, laminado o barnizado (> 15), impresión serigráfica rotativa sobre textil o en cartón/cartulina (> 30)	15-25 > 25 > 30 <sup>(1)</sup>	100 100 100	25 20 20				( <sup>1</sup> ) Valor guía para impresión serigráfica rotativa sobre textil y en cartón o cartulina.
4 Limpieza de superficies <sup>(1)</sup> (> 1)	1-5 > 5	20 <sup>(2)</sup> 20 <sup>(2)</sup>	15 10				( <sup>1</sup> ) Utilizando compuestos especificados en los apartados 6 y 8 del artículo 5. ( <sup>2</sup> ) El límite se refiere a la masa de compuestos en mg/Nm <sup>3</sup> , y no al carbono total.

5	Otra limpieza de superficies (> 2)	2-10 > 10	75 <sup>(1)</sup> 75 <sup>(1)</sup>	20 <sup>(1)</sup> 15 <sup>(1)</sup>		<sup>(1)</sup> Las instalaciones que demuestren a la autoridad competente que el contenido medio de disolventes orgánicos de todo el material de limpieza utilizado no supera el 30% en peso estarán exentas de la aplicación de estos valores.
6	Recubrimiento de vehículos (< 15) y renovación del acabado de vehículos	> 0,5	50 <sup>(1)</sup>	25		<sup>(1)</sup> Se deberá demostrar el cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 9 basándose en mediciones de una media de quince minutos.

Actividad (umbral de consumo de disolvente en toneladas/año)	Umbral (umbral de consumo de disolvente en toneladas/ año)	Valores límite de emisión en gases residuales (mg C/Nm <sup>3</sup> )	Valores límite de emisión fugaz (por- centaje de entrada de disolventes)		Valores límite de emisión total		Disposiciones especiales
			Nuevo	Existente	Nuevo	Existente	
7 Recubrimiento de bobinas (> 25)		50 <sup>(1)</sup>	5	10			<sup>(1)</sup> En las instalaciones que utilicen disolventes nitrogenados con técnicas que permitan la reutilización de los disolventes recuperados, el límite de emisión será de 150.
8 Otros tipos de recubrimiento, incluido el recubrimiento de metal, plástico, textil <sup>(2)</sup> , tejidos, películas y papel (> 5)	5-15 > 15	100 <sup>(1)</sup> <sup>(*)</sup> 50/75 <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> <sup>(*)</sup>	25 <sup>(*)</sup> 20 <sup>(*)</sup>				<sup>(1)</sup> El valor límite de emisión se aplica a los procesos de recubrimiento y secado llevados a cabo en condiciones confinadas. <sup>(2)</sup> El primer valor límite de emisión se aplica a los procesos de secado y el segundo a los de recubrimiento. <sup>(3)</sup> En las instalaciones para recubrimiento de textil que utilicen disolventes nitrogenados con técnicas que permitan la reutilización de los disolventes recuperados, el límite de emisión aplicado a los procesos de recubrimiento y secado en conjunto será de 150. <sup>(*)</sup> Los procesos de recubrimiento que no se puedan aplicar en condiciones confinadas (como la construcción de barcos, la pintura de aviones) quedarán exentos de dichos valores, con arreglo a lo dispuesto en la letra b) del apartado 3 del artículo 5. <sup>(2)</sup> La impresión serigráfica rotativa sobre textil quedará incluida en el proceso nº 3.

9	Recubrimiento de alambre de bobinas (> 5)				10 g/kg <sup>(1)</sup> 5 g/kg <sup>(2)</sup>	<p>(<sup>1</sup>) Se aplica a las instalaciones cuando el diámetro medio del alambre es de <math>\leq 0,1</math> mm.</p> <p>(<sup>2</sup>) Se aplica a todas las demás instalaciones.</p>
10	Recubrimiento de madera (> 15)	15-25 > 25	100 <sup>(1)</sup> 50/75 <sup>(2)</sup>	25 20		<p>(<sup>1</sup>) El límite de emisión se aplica a los procesos de recubrimiento y secado llevados a cabo en condiciones confinadas.</p> <p>(<sup>2</sup>) El primer valor se aplica a los procesos de secado y el segundo a los de recubrimiento.</p>

Actividad (umbral de consumo de disolvente en toneladas/año)	Umbral (umbral de consumo de disolvente en toneladas/ año)	Valores límite de emisión en gases residuales (mg C/Nm <sup>3</sup> )	Valores límite de emisión fugaz (por- centaje de entrada de disolventes)		Valores límite de emisión total		Disposiciones especiales
			Nuevo	Existente	Nuevo	Existente	
11 Limpieza en seco					20 g/kg <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>		<p><sup>(1)</sup> Expresado en masa de disolvente emitido por kilogramo de producto limpiado y secado.</p> <p><sup>(2)</sup> El límite de emisión del apartado 8 del artículo 5 no se aplica en este sector.</p> <p><sup>(3)</sup> La siguiente excepción se refiere a Grecia únicamente: El valor límite de emisión total no se aplicará, en un período de doce años tras la entrada en vigor de la presente Directiva, a las instalaciones existentes situadas en zonas remotas y/o en islas con una población de no más de 2 000 habitantes permanentes, donde el uso de equipos de tecnología avanzada no es viable económicamente.</p>
12 Impregnación de fibras de madera (> 25)		100 <sup>(1)</sup>	45		11 kg/m <sup>3</sup>		<sup>(1)</sup> No se aplica a la impregnación con creosota.

13	Recubrimiento de cuero (> 10)	10-25 > 25			85 g/m <sup>2</sup> 75 g/m <sup>2</sup>	Los límites de emisión se expresarán en gramos de disolvente emitidos por metro cuadrado de producto producido.
		> 10 <sup>(1)</sup>			150 g/m <sup>2</sup>	<sup>(1)</sup> Para los procesos de recubrimiento de cuero en mobiliario y bienes especiales de cuero utilizados como pequeños productos de consumo tales como bolsos, cinturones, carteras, etc.
14	Fabricación de calzado (> 5)				25 g por par	Los valores límite de emisión total se expresan en gramos de disolvente emitido por par de unidad de calzado producido o por calzado.
15	Laminación de madera y plástico (> 5)				30 g/m <sup>2</sup>	

Actividad (umbral de consumo de disolvente en toneladas/año)	Umbral (umbral de consumo de disolvente en toneladas/ año)	Valores límite de emisión en gases residuales (mg C/Nm <sup>3</sup> )	Valores límite de emisión fugaz (por- centaje de entrada de disolventes)		Valores límite de emisión total		Disposiciones especiales
			Nuevo	Existente	Nuevo	Existente	
16 Recubrimiento con adhesivos (> 5)	5-15 > 15	50 <sup>(1)</sup> 50 <sup>(1)</sup>	25 20				( <sup>1</sup> ) Si se utilizan técnicas que permiten la reutilización del disolvente recuperado, el límite de emisión será de 150.
17 Fabricación de preparados de recubrimientos, barnices, tin- tas y adhesivos (> 100)	100-1 000 > 1 000	150 150	5 3		5% de entrada de disolvente 3% de entrada de disolvente		El límite de emisión fugaz no incluye los disolventes vendi- dos como parte de un prepa- rado de recubrimiento en un recipiente cerrado.



18	Conversión de caucho (> 15)		20 <sup>(1)</sup>	25 <sup>(2)</sup>	25 % de entrada de disolvente	<p>(<sup>1</sup>) Si se utilizan técnicas que permiten la reutilización del disolvente recuperado, el valor límite de emisión de gases residuales será de 150.</p> <p>(<sup>2</sup>) El valor límite de emisión fugaz no incluye el disolvente vendido como parte de productos o preparados en un recipiente hermético.</p>
19	Extracción de aceite vegetal y grasa animal y procesos de refinado de aceite vegetal (> 10)				<p>Grasa animal: 1,5 kg/t  Ricino: 3,0 kg/t  Cobza: 1,0 kg/t  Girasol: 1,0 kg/t  Soja (prensada normal): 0,8 kg/t  Soja (láminas blancas): 1,2 kg/t  Otras semillas y otra materia vegetal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 3 kg/t<sup>(1)</sup></li> <li>— 1,5 kg/t<sup>(2)</sup></li> <li>— 4 kg/t<sup>(3)</sup></li> </ul>	<p>(<sup>1</sup>) Los valores límite totales de emisión para instalaciones que procesan series especiales de semillas y otras materias vegetales deberán ser establecidos por las autoridades competentes sobre la base de casos individuales, aplicando las mejores técnicas disponibles.</p> <p>(<sup>2</sup>) Se aplica a todo proceso de fraccionamiento, excluida el desgomado (eliminación de la goma del aceite).</p> <p>(<sup>3</sup>) Se aplica al desgomado.</p>

	Actividad (umbral de consumo de disolvente en toneladas/año)	Umbral (umbral de consumo de disolvente en toneladas/año)	Valores límite de emisión en gases residuales (mg C/Nm <sup>3</sup> )	Valores límite de emisión fugaz (porcentaje de entrada de disolventes)		Valores límite de emisión total		Disposiciones especiales
				Nuevo	Existente	Nuevo	Existente	
20	Fabricación de productos farmacéuticos (> 50)		20 <sup>(1)</sup>	5 <sup>(2)</sup>	15 <sup>(2)</sup>	5 % de entrada de disolvente	15 % de entrada de disolvente	( <sup>1</sup> ) Si se utilizan técnicas que permiten la reutilización del disolvente recuperado, el valor límite de emisión de gases residuales será de 150. ( <sup>2</sup> ) El valor límite de emisión fugaz no incluye el disolvente vendido como parte de productos o preparados en un recipiente hermético.

Fuente: Diario Oficial de las Comunidades Europeas

- La **Directiva 200/69**, de 16 de noviembre 2000, “relativa a valores límites para el benceno y el monóxido de carbón en el aire ambiente”. Esta señala en su **Anexo I** el valor límite anual para el **Benceno** (compuesto orgánico volátil potencialmente carcinógeno), en la atmósfera, con el fin de proteger la salud humana.

#### ANEXO I

##### VALOR LÍMITE PARA EL BENCENO

El valor límite se expresará en µg/m<sup>3</sup>, referido a una temperatura de 293 K y a una presión de 101,3 kPa.

	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite para la protección de la salud humana	Año civil	5 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup> (100 %) el 13 de diciembre de 2000, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada doce meses 1 µg/m <sup>3</sup> hasta alcanzar el 0 % el 1 de enero de 2010	1 de enero de 2010 ( <sup>1</sup> )

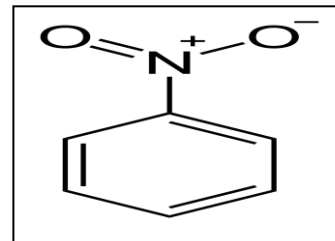
(<sup>1</sup>) Excepto en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de conformidad con el apartado 2 del artículo 3.

- **En este punto se recomienda tomar en consideración las normativas internacionales para los COVs, tanto para su límite de cantidad en uso, sus emisiones y concentraciones máximas permitidas.**

### 3. Recomendación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) a normar y/o prohibir:

#### 3.1 NITROBENCENO

- Es un líquido aceitoso de color amarillo con un cierto olor a almendras. Su apariencia puede ser de un marrón amarillento pálido. Se disuelve poco en agua, pero muy fácilmente en otras sustancias químicas (ATSDR, 1990).



- El nitrobenzono es considerado como un **carcinógeno humano** por la **Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)**, y es clasificado por la **International Agency for Research on Cancer (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer)** como un **carcinógeno del Grupo 2B**, es decir, como un "**posible carcinógeno humano**" (**IARC, Volumen 65**) (Wikipedia, 2020).
- El nitrobenzono está presente en la **lista de plaguicidas prohibidos** por la **Certificadora UTZ** y la **CERTIFIED FAIR TRADE USA**, siendo clasificado como:

Lista de plaguicidas prohibidos (por ingrediente activo)							
N.º	Ingrediente activo	Convenios internacionales	Toxicidad aguda	Toxicidad crónica			
				Cancerígeno	Mutágeno	Tóxico para la reproducción	Disruptor endocrino
81	Formetanato		x				
82	Furatiocarb		x				
83	Haloxifop-R						
84	Heptenofós		x				
85	Hexaclorobenceno	x	x	x			x
86	Hexaclorociclohexano; mezcla de isómeros de BHC	x					x
87	Isoxatión		x				
88	Lindano	x					x
89	Linurán					x	x
90	Hidrazida maleica						
91	Mecarbam		x				
92	Mercurio y sus compuestos (véase el anexo 1)	x	x				
93	Metamidofós	x	x				
94	Metidatión		x				
95	Metiocarb		x				
96	Metomilo		x				
97	Bromuro de metilo	x					
98	Mevinfós		x				
99	Malinato						x
100	Monocrotofós	x	x				
101	Monolinurón						
102	Nicotina		x				
103	Nitrobenzono					x	x

Fuente: UTZ, 2015

Ingrediente Activo Restringido	Nº CAS	Lista Anterior FTUSA	Tox. Agud.	Salud LP	Tox. MA	Tox. Acua.	Tox. Abejas
Mecarbam	2595-54-2	Roja	X				
Metidatión	950-37-8	Roja	X				
Metiocarb	2032-65-7	Roja	X				
Metomyl	16752-77-5	Roja	X				
Nicotina	54-11-5	Roja	X				
Nitrobenzono (I,T)	98-95-3	NUEVO		X			
Octanoato de bromoxinil	1689-99-2	NUEVO			X	X	

Fuente: Fair Trade USA, 2017.

#### Efectos de largo plazo (crónico) para la salud (Salud LP):

Cancerígeno para los humanos según **IARC, EPA de EE.UU.** o 'cancerígeno humano comprobado o presunto' (Categoría I) según el **Sistema Mundialmente Armonizado (GHS)**.

- La exposición a nitrobenzeno puede causar una amplia variedad de efectos perjudiciales en la salud de las personas (en estudios en animales de laboratorio se observó que la administración de una dosis única de nitrobenzeno a ratas de sexo masculino produjo daño en los testículos y redujo los niveles de espermatozoides. Esto indica que los seres humanos también podrían verse afectados por una **disminución de la fertilidad**) (ATSDR, 1990).

Exposición en Pequeñas cantidades	Exposiciones Repetidas a Concentraciones Altas	Exposiciones Extremadamente Altas
Leve irritación cutánea y ocular.	-Enfermedad de <b>Metahemoglobinemia</b> (dificultad en la transferencia de oxígeno en la sangre). -Piel azulada, náuseas, vómitos, dificultad respiratoria, dolor de cabeza, irritabilidad, mareos, debilidad y sueño.	Coma y posible muerte (si no hay tratamientos médicos inmediatos). Carcinógeno, Daño cromosómico y daño genético (Colegio Médico de Chile, 2018).

Fuente: ATSDR, 1990.

- El nitrobenzeno puede olerse en el agua cuando está presente a **0,11 mg/L** (miligramos de nitrobenzeno por litro de agua) o en el aire a **0.018 ppm** (0.018 partes de nitrobenzeno por millón de partes de aire). Tiene un olor característico a almendra amarga o a betún (ATSDR, 1990).
- El nitrobenzeno es altamente tóxico, con un **umbral límite 5 mg/m<sup>3</sup>**, y puede ser fácilmente absorbido a través de la piel, los pulmones o tras ingestión por el intestino (vías de ingreso). Incluyendo, que el efecto toxicológico aumenta en presencia de alcohol en el cuerpo humano (Wikipedia, 2020).
- Lo cual ratifica la **Conferencia Americana de Sanitarios Industriales de Gobierno (ACGIH)** y el **Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud (NIOSH)**, que también recomiendan un límite de exposición ocupacional de **5 mg/m<sup>3</sup>** para el nitrobenzeno.
- Este compuesto está prohibido en gran parte de Europa y Estados Unidos, no obstante, en **Chile** solo se mantiene regulado laboralmente, mediante el **D.S 594 "APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO"** en su **Art.66**:

CAS	Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
		p.p.m	mg/m <sup>3</sup>	p.p.m	mg/m <sup>3</sup>	
100-01-6	p-Nitroanilina		2,63			Piel - A.4
98-95-3	Nitrobenzeno	0,9	4,4			Piel - A.3
55-63-0	Nitroglicerina	0,04	0,4			Piel

Fuente: IST

Piel: Son aquellas que pueden ser absorbidas a través de la piel humana. (Art.67)

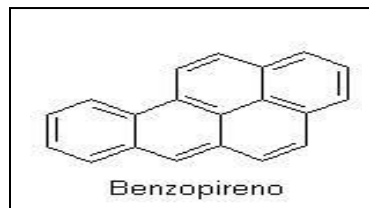
A.3: No se ha demostrado que sean cancerígenas para seres humanos, pero sí lo son para animales de laboratorio. (Art.68)

- La observación A-3 es refutada por las organizaciones internacionales mencionadas anteriormente, con bases científicas y empíricas, que destacan el daño efectivo y posibilidad de cáncer, por parte del nitrobenzeno en el ser humano.

- El nitrobenzeno **no posee una norma de regulación atmosférica actual en Chile (solo dentro del margen laboral)**, a pesar de ya estar prohibido en diversos países. Por consecuencia, se han dado ya eventos de contaminación por este compuesto, de los cuales destacan:
  - En octubre del 2018, 25 alumnos de la Escuela Odessa de la comuna de Río Claro, Región del Maule, resultaron intoxicados tras inhalar los gases emanados de un producto agrofrutícola en un fundo dedicado a la producción de manzanas. Tras investigaciones **Universidad Católica del Maule y el Laboratorio CDC de Atlanta, Georgia, en Estados Unidos**, se detectó en la orina de los alumnos la presencia de dos compuestos químicos altamente peligrosos, en el informe **“Intervención educativa sobre exposición y efectos de plaguicidas en comunidades escolares rurales”**. Siendo estos el p-nitrofenol (un metabolito organofosforado asociado al plaguicida metil paratión, prohibido en todas sus formulaciones), y el **nitrobenzeno. (El Mostrador, 2019)**
  - En agosto y septiembre del 2018 se dio la crisis medioambiental en Quintero, Puchuncavi y Ventanas, producto de las empresas del complejo Ventanas, provocando la intoxicación de más de mil habitantes. Identificando algunos contaminantes como el Isobutano, el Metilcloroformo (prohibido por el Protocolo de Montreal de 1987, al cual Chile está adscrito) y el **Nitrobenzeno**. Siendo establecido mediante las mediciones de calidad de aire en el lugar y ratificado mediante el informe presentado por el **Colegio Médico de Chile**.
- **En base a lo expuesto, se recomienda que el Nitrobenzeno sea prohibido a nivel nacional, tanto para sus usos industriales, en plaguicidas y exposiciones laborales.**

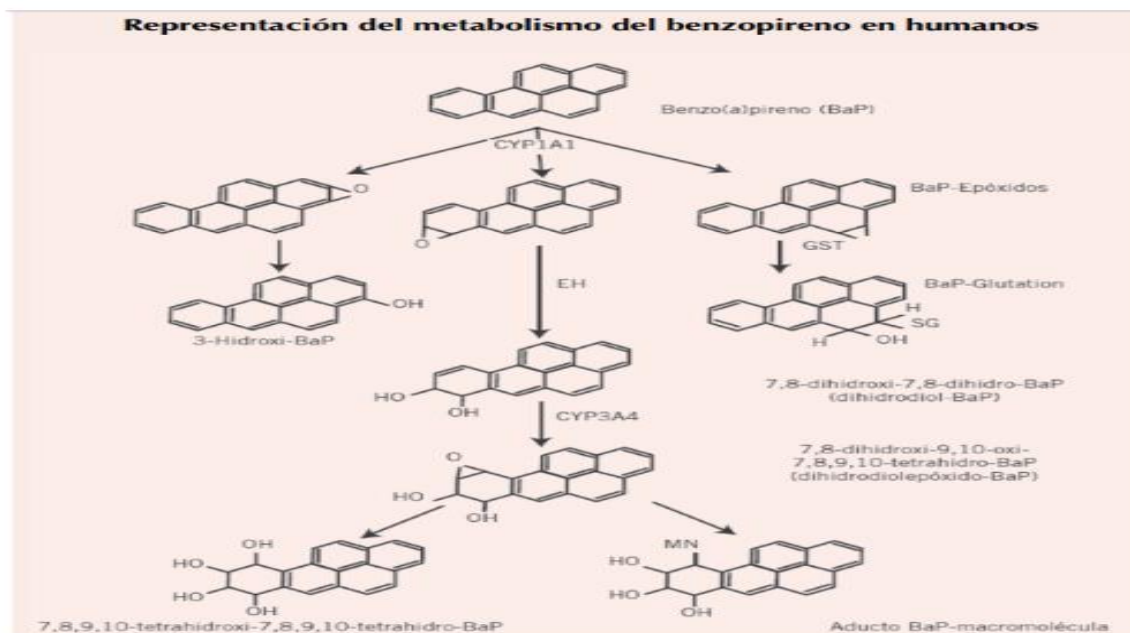
### 3.2 BENZOPIRENO

- El Benzopireno, Benzo alfa pireno,  $\alpha$ -benzopireno o benzo [a] pireno, es un **hidrocarburo policíclico aromático (HAP)**, poco soluble en agua, altamente volátil y carcinógeno, cuya fórmula química es  $C_{20}H_{12}$  y está formado por cinco anillos de benceno fundidos. Es originado por la pirólisis (combustión en ausencia de oxígeno) y la combustión incompleta de la materia orgánica.



- El benzopireno es producto principalmente de combustiones incompletas de combustibles fósiles (transporte, industrias, etc), madera, residuos agrícolas y tabaco (presente en el humo del cigarrillo), y está presente en diversos alimentos. Incluyendo, que generalmente está dentro de la composición del Material Particulado (MP).
- Este compuesto es liposoluble, es decir, se disuelve en grasas y aceites de los organismos. Lo cual es **“nocivo para la salud humana, por su efecto bioacumulativo y cancerígeno”**, según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España (2020).
- Este **“es considerado como carcinógeno debido a que los metabolitos derivados de su biotransformación, como el benzo [a] pireno diol epóxido (b[a]pDE), tienen propiedades mutagénicas y carcinogénicas”**, afirma Vázquez, Rubio, Espinosa (2016).

- Este compuesto parte de los HAP destaca por “Cabe señalar que la mayoría de los HAP no presentan un carácter genotóxico “per se” sino los productos de su metabolismo, particularmente los epóxidos (Figura 2) que se pueden unir al ADN. La presencia de moléculas ajenas al material genético puede provocar la copia defectuosa de este material durante la división celular, lo que genera mutaciones. Si éstas ocurren en aquellas células que controlan el crecimiento celular, se puede iniciar un cáncer” afirma Baeza, U. de Chile (2014). Es decir, por medio de bioactivación.



Fuente: Universidad de Chile, 2014.

- El benzopireno es considerado por el IARC (Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer) como **cancerígeno para los humanos (Grupo I)**, en su informe “Chemical Agents and Related Occupations (2012)”.
- Es considerada la **novena sustancia más peligrosa** debido a su potencial tóxico en la salud humana por la **Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act of** de la **Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades)** de los Estados Unidos.

2007 RANK	SUBSTANCE NAME	TOTAL POINTS	2005 RANK	CAS #
1	ARSENIC	1672.58	1	007440-38-2
2	LEAD	1534.07	2	007439-92-1
3	MERCURY	1504.89	3	007439-97-6
4	VINYL CHLORIDE	1387.75	4	000075-01-4
5	POLYCHLORINATED BIPHENYLS	1365.78	5	001336-36-3
6	BENZENE	1355.96	6	000071-43-2
7	CADMIUM	1324.22	8	007440-43-9
8	POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS	1316.98	7	130498-29-2
9	BENZO(A)PYRENE	1312.45	9	000050-32-8
10	BENZO(B)FLUORANTHENE	1296.55	10	000205-99-2
11	CHLOROFORM	1223.03	11	000067-66-3
12	DDT, P,P'-	1193.36	12	000050-29-3
13	AROCLOR 1254	1182.83	13	011097-89-1
14	AROCLOR 1260	1177.77	14	011096-82-5
15	DIBENZO(A,H)ANTHRACENE	1165.88	15	000053-70-3

Fuente: ATSDR

- Las vías de ingreso del benzopireno “son por inhalación, contacto cutáneo o ingestión. En humanos la exposición al benzopireno en el trabajo ha sido asociada a cáncer de pulmón, vejiga, esófago, labio, boca, faringe, melanoma y sistema linfático” afirma el IARC (2012).
- Para su concentración atmosférica el valor recomendado por la **Organización Mundial de la Salud (OMS)** es de **0,12 ng/m<sup>3</sup>**.
- Los valores legislados por el Gobierno de España, mediante el **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España (MITECO)**, para los **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)**, de los cuales el **Benzopireno o B(a)P** forma parte, es de:

Valores legislados para el B(a)P		
Valores objetivo	Nivel	Período
Valor objetivo para la protección de la salud humana y el medio ambiente en su conjunto (fecha de cumplimiento: año 2013)	1 ng/m <sup>3</sup>	Año natural

Fuente: MITECO

Contaminante	Valor objetivo (1)	Fecha de cumplimiento
Arsénico (As).	6 ng/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2013.
Cadmio (Cd).	5 ng/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2013.
Níquel (Ni).	20 ng/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2013.
Benzo(a)pireno (B(a)P).	1 ng/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2013.

(1) Niveles en aire ambiente en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.

Fuente: Real Decreto 102/201

- La **Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)**, en función de los estudios de la **Organización Mundial de Salud**, fija el límite en **0,12 ng/m<sup>3</sup>** para que el riesgo de contraer cáncer sea **1 caso por cada 10.000 habitantes** (energynews, 2016).
- El Benzopireno en **Chile** solo se mantiene regulado mediante el **Decreto N° 977/96 “APRUEBA REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS”** en su **Artículo 249 (reformado por el Decreto N°115)**:

En los aceite y grasas no se aceptará más de 2 ppb de benzopirenos ni más de 5 ppb de la suma de los 8 hidrocarburos aromáticos policíclicos volátiles. Los hidrocarburos aromáticos volátiles policíclicos relacionados son los siguientes:

Benzo (a) pireno  
Benzo (e) pireno  
Benzo (a) antraceno  
Benzo (b) fluoranteno

Benzo (k) fluoranteno  
Dibenzo (a,h) antraceno  
Benzo (g, h, i) perileno  
Indeno (1,2,3 - o,d) pireno"



- El Benzopireno **no posee una norma de regulación atmosférica actual en Chile, solo dentro del margen alimenticio**. En base a ello se han dado ya eventos de contaminación por este compuesto, del cual destaca:

➤ Temuco y Santiago estuvieron a la base de una investigación en 2013 de Material Particulado, realizada por el doctor en ingeniería medioambiental y académico del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Santiago, Luis Díaz Robles. En esta investigación indica:

“En Temuco medimos los contaminantes en el estadio German Becker. Ahí encontramos valores altísimos de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), del orden de los 250 a 300 micrones por metros cúbicos, especialmente el benzopireno, por valores 100 veces más elevados que los recomendados por la Organización Mundial de la Salud, OMS, es decir, del orden de los 98 a 110 nanogramos (ng) por metros cúbicos, y se recomienda como máximo el valor de 1 ng/m<sup>3</sup> (un nanogramo equivale a la milmillonésima parte de un gramo)”.

“En Santiago se pueden encontrar los valores de Temuco, y para eso se tiene que someter el filtro en los laboratorios químicos, y es probable que encontremos HAP por un valor alto”.

- **En base a lo expuesto, se recomienda que el Benzopireno, sea normado en base a las legislaciones y recomendaciones internacionales, tanto para su generación por causa industrial y biogénica. Además de concentrar la normativa en otros Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH), tales como:**

PAHs	PEF
benzo[a]pireno	1,0
benzo[a]anthraceno	0,1
benzo[b]fluoranteno	0,1
benzo[j]fluoranteno	0,1
benzo[k]fluoranteno	0,1
dibenzo[a,j]acridina	0,1
dibenzo[a,h]acridina	0,1
7H-dibenzo[c,g]carbazol	1,0
dibenzo[a,e]pireno	1,0
dibenzo[a,h]pireno	10
dibenzo[a,i]pireno	10
dibenzo[a,l]pireno	10
indeno[1,2,3-cd]pireno	0,1
5-metilcriseno	1,0
1-nitropireno	0,1
4-nitropireno	0,1
1,6-dinitropireno	10
1,8-dinitropireno	1,0
6-nitrocriseno	10
2-nitrofluoreno	0,01
criseno	0,01

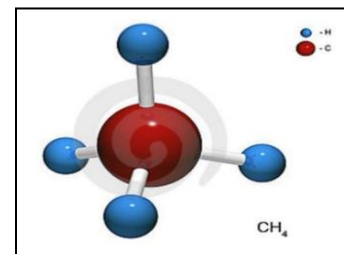
Fuente: OEHHA

La Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud Ambiental (OEHHA) ha desarrollado un procedimiento para evaluar las potencias relativas de los HAP en relación con el Benzopireno (BaP) proponiendo un factor de potencia equivalente cancerígena



### 3.3 METANO

- El metano es el hidrocarburo alcano más simple, cuya fórmula química es CH<sub>4</sub>. Este es un gas inflamable, incoloro, inodoro y no hidrosoluble. También es uno de los principales componentes del gas natural y un gas de efecto invernadero (GEI).

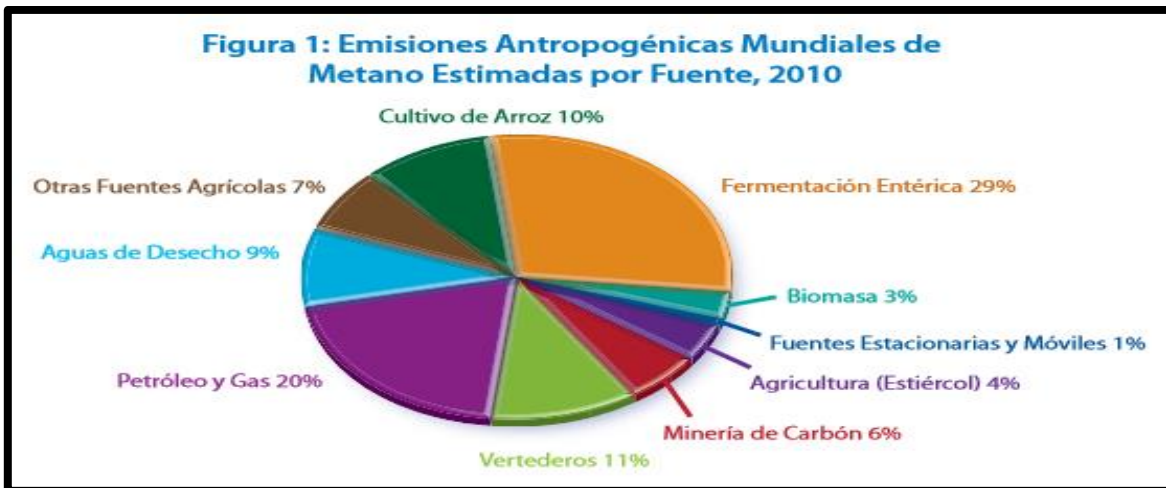


- Este gas se origina de forma natural mediante la **descomposición** de la materia orgánica y por otras fuentes:

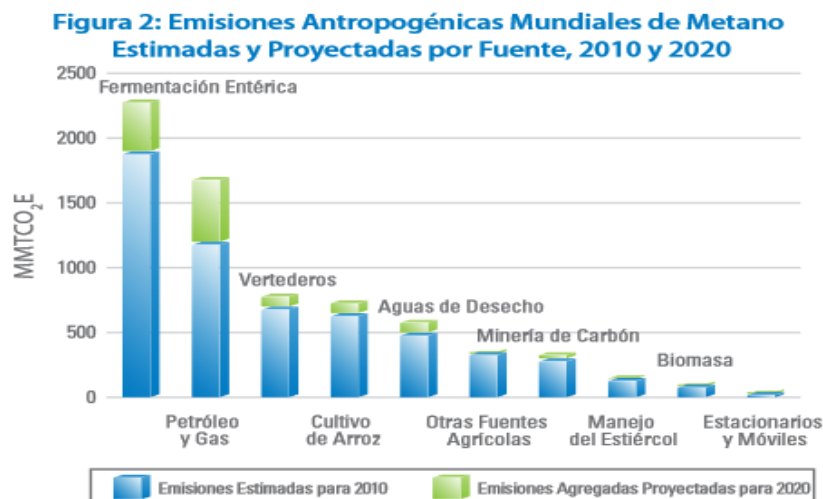
Combustible Fósil	Incendios Forestales	Animales de Cría	Pantanos	Vertederos
El metano es encontrado siempre donde hay combustible fósil. Se emite durante operaciones normales de extracción de petróleo, gas natural o carbono. También durante la manipulación, procesamiento y transporte (ya sea en camiones o a través de tuberías) del combustible fósil.	La combustión de la biomasa emite cantidades considerables de Metano y otros compuestos.	Algunos animales de granja o de producción emiten metano de dos formas diferentes. Vacas, ovejas y cabras son ejemplos de animales rumiantes que durante su proceso natural de digestión crean grandes cantidades de metano. Lo que se conoce como <b>fermentación entérica</b> ocurre en el estómago de estos animales y es la causa de emisiones (por ventosidad y heces). La reacción química que lleva a la producción de metano es la siguiente (Van Soest, 1994):  <b>4 H<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> → CH<sub>4</sub> + 2 H<sub>2</sub>O</b>  La segunda forma es a través de la <b>descomposición del estiércol</b> del ganado. La cual produce grandes cantidades de metano si no es tratada o revalorizada (tanques de biodigestores anaeróbicos o fertilizante).	A través de la descomposición bacteriana de materia orgánica en ausencia de oxígeno, se producen grandes cantidades de Metano (metanogénesis).	Tanto el estiércol como los vertederos y la basura al aire libre están llenos de materia orgánica (Ej. Restos de comida, periódicos, pasto y hojas). La basura nueva se apila sobre la que ya estaba y la materia orgánica de nuestra basura se descompone en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno) y así se producen grandes cantidades de metano.

Fuente: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

- Este hidrocarburo “Después del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano ocupa el segundo lugar en cuanto a gases de efecto invernadero causados por las actividades humanas. El metano es un gas de efecto invernadero, con una vida atmosférica corta de aproximadamente 12 años. También se considera un gas de efecto invernadero potente debido a que es 23 veces más eficaz para atrapar el calor dentro de la atmósfera que el CO<sub>2</sub>” asegura la Global Methane Initiative.
- En 2018 “el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aumentó un 147%, el metano (CH<sub>4</sub>) un 259%, y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) un 123%” informó la Organización Meteorológica Mundial (OMM).
- La Global Carbon Project afirma que “40% de estas emisiones son de origen biogénico y alrededor del 60% se deben a actividades antrópicas”.
- Datos de la Global Methane Initiative exponen que:



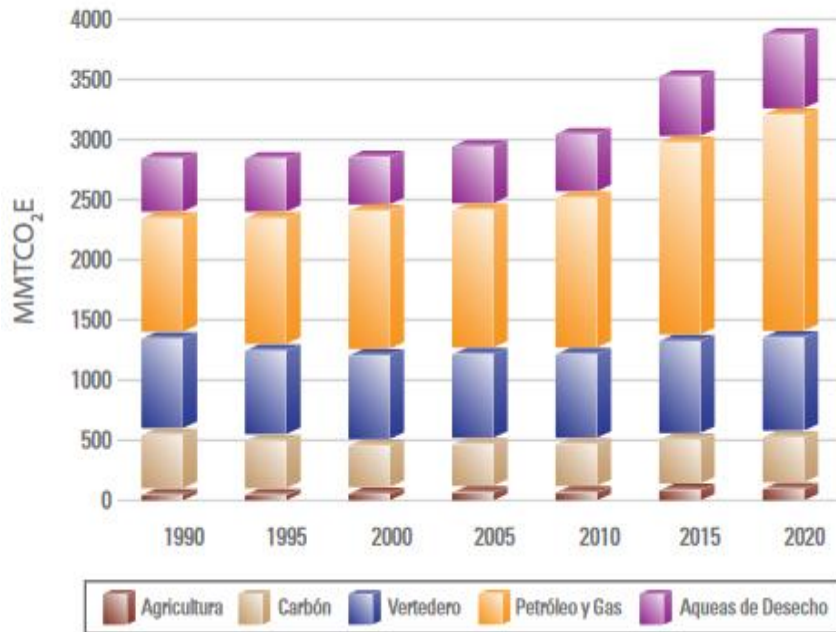
Fuente: Global Methane Initiative, 2010



MMTCO<sub>2</sub>E: Millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Fuente: Global Methane Initiative

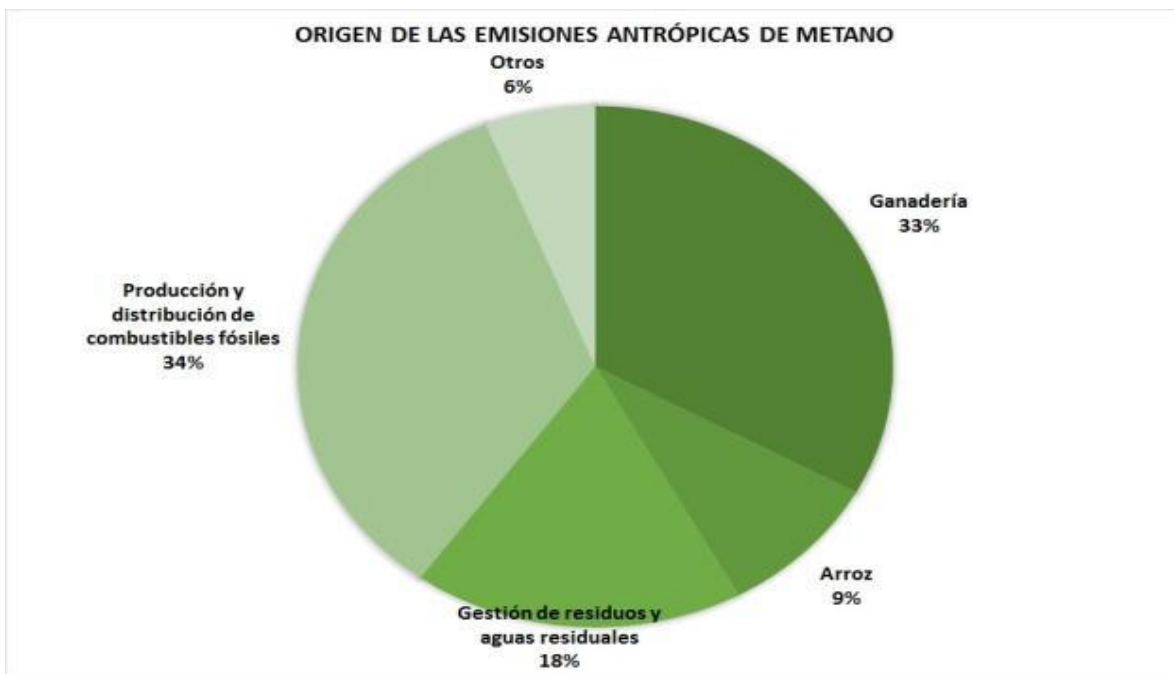
Figura 3: Emisiones Mundiales de Metano por Sector



Nota: Estimaciones desde el año 2010

Fuente: Global Methane Initiative

- Datos de “Alimentos sin desperdicio” exponen:



Fuente: Alimentos sin desperdicio, 2016.

- Datos de 2013 del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SNI) de Chile, afirman que “ En 2013, las emisiones de CH<sub>4</sub> contabilizaron 11.820,7 GgCO<sub>2</sub>eq (Gigagramo de CO<sub>2</sub> equivalente), incrementándose en un 9,4% desde 1990 y en un 9,8% desde 2010 (Tabla 14 y Figura 12). El sector de mayor relevancia respecto a las emisiones de CH<sub>4</sub> es AFOLU (Agricultura, el Sector Forestal y Cambio de Uso de Suelo) con un 47,6%, debido principalmente a las actividades pecuarias asociadas con el proceso de fermentación entérica de los animales rumiantes; lo sigue el sector Residuos con un 34,8%, debido a la eliminación de residuos sólidos en sitios de disposición final; el sector Energía aporta con un 17,4%, asociado al uso de leña en el sector residencial; y el sector IPPU (Procesos industriales y uso de productos) con un 0,1%, generado por la producción de metanol”.

Tabla 14. INGEI de Chile: emisiones de CH<sub>4</sub> (Gg CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2013

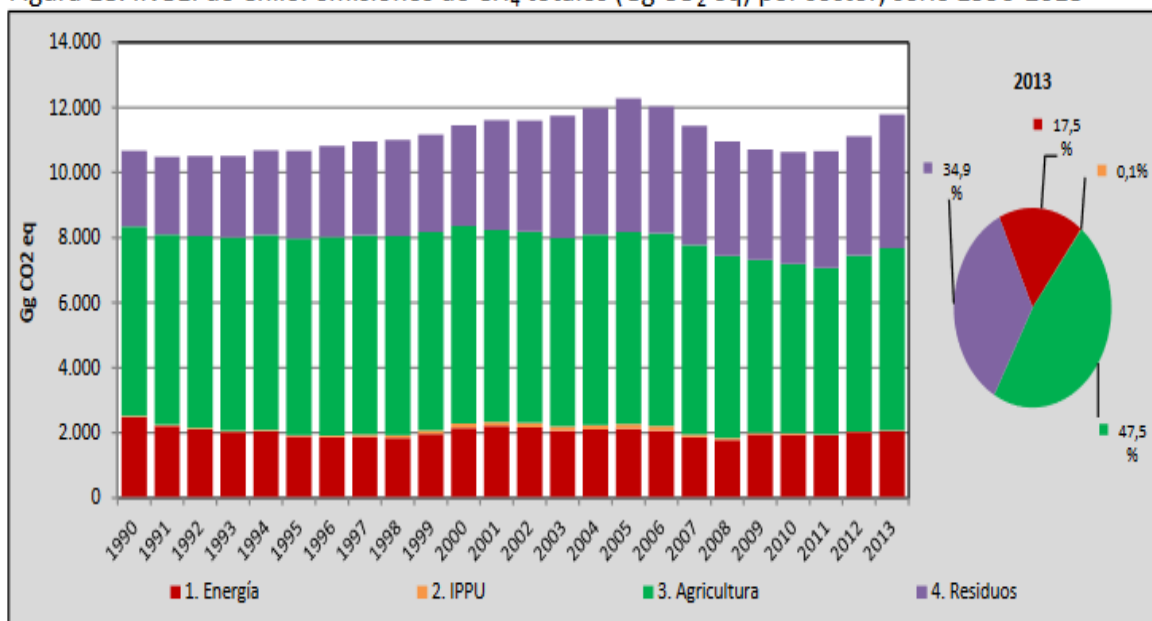
Sector	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1. Energía	2.479,8	2.149,2	1.942,5	1.929,7	2.026,9	2.060,8
2. IPPU	41,4	140,8	45,3	26,9	15,2	9,9
3. AFOLU	5.949,5	6.107,0	5.331,2	5.188,3	5.657,9	5.632,4
4. Residuos	2.329,4	3.102,6	3.450,5	3.589,2	3.668,9	4.117,6
<b>Total</b>	<b>10.800,2</b>	<b>11.499,6</b>	<b>10.769,4</b>	<b>10.734,0</b>	<b>11.369,0</b>	<b>11.820,7</b>

GgCO<sub>2</sub>eq: Gigagramo de CO<sub>2</sub> Equivalente.

1 Gg CO<sub>2</sub>= 1.000 t CO<sub>2</sub>

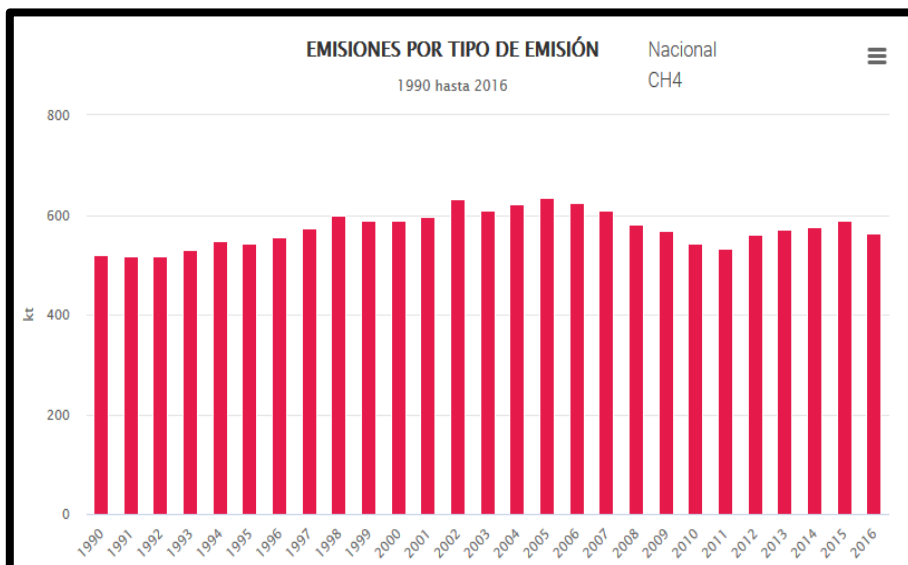
Fuente: SNI

Figura 18. INGEI de Chile: emisiones de CH<sub>4</sub> totales (Gg CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2013



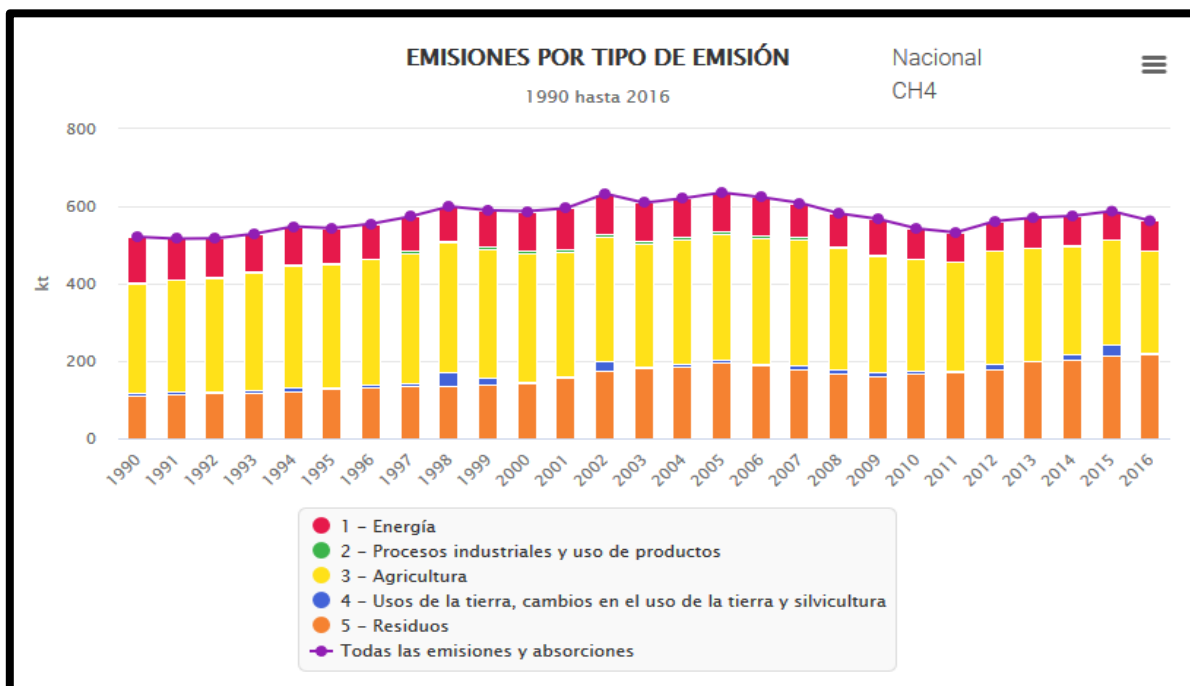
Fuente: SNI

- Datos obtenidos a partir del **Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SNI)** de **Chile**, exponen que las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) en kilotón (kt), han aumentado constantemente, con leves descensos. **Estando desde 1990 por sobre los 400 kt de emisiones de metano.** Incluyendo que estos registros solo datan hasta 2016, considerando que el año 2018 hubo un drástico aumento a nivel mundial de emisiones de metano. Cabe recalcar, que las mayores emisiones se dan en el sector agrícola y por la generación de residuos.



1 kt = 1.000 t

Fuente: SNI



Fuente: SNI

- Efectos sobre la salud humana y el medio ambiente:

SALUD HUMANA	<p>El metano no es tóxico. Su principal peligro para la salud son las quemaduras que puede provocar si entra en ignición. Es altamente inflamable y puede formar mezclas explosivas con el aire. El metano reacciona violentamente con agentes oxidantes, halógenos y algunos compuestos halogenados. El metano también es asfixiante y puede desplazar al oxígeno en un espacio cerrado. La asfixia puede sobrevenir si la concentración de oxígeno se reduce por debajo del 19,5 % por desplazamiento. Las concentraciones a las cuales se forman las barreras explosivas o inflamables son mucho más pequeñas que las concentraciones en las que el riesgo de asfixia es significativo. Si hay estructuras construidas sobre o cerca de vertederos, el metano desprendido puede penetrar en el interior de los edificios y exponer a los ocupantes a niveles significativos de metano. (Wikipedia, 2020)</p> <p>Se trata de una sustancia que se puede absorber por inhalación, y al hacerlo, puede originar asfixia por la disminución del contenido de oxígeno en el aire, conllevando una pérdida de conocimiento del individuo e incluso de su muerte. A efectos de una exposición cutánea de corta duración, el contacto con el líquido o gas comprimido puede causar efectos de congelación grave. (PRTR, 2020)</p>
MEDIO AMBIENTE	<p>Es el segundo compuesto que más contribuye al calentamiento global de la tierra (efecto invernadero) con un 15 %, sólo superado por el dióxido de carbono con un 76%. Es importante señalar que se trata de una sustancia extremadamente inflamable y el contacto con el aire resulta explosivo, llegando a producir incendios si existen focos de calentamiento. (PRTR, 2020).</p> <p>El metano (CH<sub>4</sub>) es depurado en la atmósfera de manera natural, mediante el <b>Radical Hidroxilo (OH)</b>, puesto que, de su reacción química se genera como producto el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).</p> $\text{OH} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2$ <p>El CO<sub>2</sub> posteriormente reacciona con otros compuestos (como óxidos de nitrógeno), formando nuevamente el OH. Sin embargo, este proceso de regeneración natural está siendo afectado, por el constante aumento de las concentraciones de metano en la atmósfera y otros compuestos. Siendo imposible para el radical hidroxilo eliminar las grandes concentraciones de metano y otras sustancias.</p> <p>Esto contiene afinidad por lo explicado por <b>Tom Hanisco, químico atmosférico de Goddard de la NASA</b>, referente a un estudio de concentraciones de OH en la atmósfera, realizado por científicos de la NASA, entre <b>1980 hasta 2015</b>, a lo cual afirma:</p> <p><b>"La ausencia de una tendencia en el OH global es sorprendente".</b></p> <p><b>"La mayoría de los modelos predicen un" efecto de realimentación "entre el OH y el metano. En la reacción de OH con metano, también se elimina el OH. El aumento de NO<sub>2</sub> y otras fuentes de OH, como el ozono, anula este efecto esperado".</b></p> <p><b>"dado que este estudio analiza los últimos 35 años, no hay garantía de que los niveles de OH continúen reciclando de la misma manera que la atmósfera sigue evolucionando con el cambio climático".</b></p>

- A nivel internacional solo se recomienda el límite máximo de exposición:

<b>Legislación Internacional:</b>			
metano en estado gaseoso	Media ponderada en el tiempo (TWA): VLA (ES)	1.000 ppm	
<b>Elementos de Protección Personal:</b>			
Protección respiratoria:	Las concentraciones altas que pueden causar asfixia son inflamables y no se aconseja permanecer expuesto a ellas.		
Protección de manos:	Usar guantes de trabajo al manejar envases de gases. Guantes que protegen contra riesgos mecánicos.		

Fuente: Indura, 2015.

- El Metano (CH<sub>4</sub>) en Chile solo se mantiene regulado mediante el **Decreto N° 130** “ ESTABLECE NORMAS DE EMISION DE MONOXIDO DE CARBONO (CO), HIDROCARBUROS TOTALES (HCT), HIDROCARBUROS NO METANICOS (HCNM), METANO (CH<sub>4</sub>), OXIDOS DE NITROGENO (NO<sub>x</sub>) Y MATERIAL PARTICULADO (MP) PARA MOTORES DE BUSES DE LOCOMOCION COLECTIVA DE LA CIUDAD DE SANTIAGO” en su Artículo 3, letra b.2:

b.2) Emisiones provenientes del sistema de escape, en gramos/kilowatt-hora (g/kw-h) :			
CO (g/kw-h)	HCNM (g/kw-h)	CH <sub>4</sub> * (g/kw-h)	NO <sub>x</sub> (g/kw-h)
5.45	0.78	1.6	5.0
* Aplicable sólo a motores a gas natural			

Fuente: Decreto N°130

Por ende, Chile solo regula las emisiones de fuentes móviles del transporte público en Santiago.

- *En base a lo expuesto, se recomienda que el Metano, sea integrado en la normativa a crear, tanto para su generación por causa industrial y biogénica. Por su alto impacto en el calentamiento global como gas de efecto invernadero y agotador del radical hidroxilo. Considerando también que Chile podría ser uno de los primeros países en normar este hidrocarburo.*

#### 4. Humo del Tabaco

- El tabaco consumido mayormente en forma de cigarrillo posee un amplio grupo de **Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)**, no regulados. Que emanan a partir de la combustión de este.
- Dentro de su cuantificación de componentes químicos la **Clínica Las Condes (2020)** de Chile asegura que:
  - La composición química del tabaco tiene más de **7.000 sustancias** que se encuentran en la hoja de tabaco, son incorporadas durante la elaboración del cigarrillo o se generan en la combustión que ocurre al encenderlo.
  - De estas 7.000 se conoce el efecto nocivo de 250.
  - De estas, se sabe que al menos 69 sustancias pueden causar cáncer.
- Dentro de los países con mayores tasas de tabaquismo en la población de Latinoamérica la **Corporación de Radiodifusión Británica (BBC)** afirma que **“En segundo lugar está Chile con una tasa de tabaquismo del 37%”**. (2018)

Pais de América Latina	Tasa de tabaquismo	Hombres	Mujeres
13. Bolivia	38,9%	67,3%	10,5%
15. Chile	37,9%	41,5%	34,2%
20. Cuba	35,2%	53,3%	17,1%
75. Argentina	22%	27,7%	16,2%
99. Jamaica	17%	28,6%	5,3%
100. Uruguay	17%	19,9%	14%
114. México	14,2%	21,4%	6,9%
115. Brasil	14%	17,9%	10,1%
119 República Dominicana	13,8%	19,1%	8,5%
122. Paraguay	13,3%	21,6%	5%
124. Haití	13%	23,1%	2,9%
129. Costa Rica	11,9%	17,4%	6,4%
134. El Salvador	10,7%	18,8%	2,5%
138. Colombia	9,1%	13,5%	4,7%
146. Ecuador	7,2%	12,3%	2%
148. Panamá	6,2%	9,9%	2,4%

Fuente: Organización Mundial de la Salud - Datos de 2016

Fuente: BBC



- La **Organización Mundial de Salud (OMS)**, afirmó en su Centro de Prensa del 2019 que:
  - El tabaco mata hasta a la mitad de las personas que lo consumen.
  - Cada año, más de 8 millones de personas fallecen a causa del tabaco. Más de 7 millones de estas defunciones se deben al consumo directo de tabaco y alrededor de **1,2 millones son consecuencia de la exposición de no fumadores al humo ajeno.**
  - Más del 80% de los 1.300 millones de consumidores de tabaco que hay en el mundo viven en países de ingresos medianos o bajos.
- El **IARC** afirma que “**el humo del tabaco contiene altas concentraciones de HAP (Hidrocarburo Aromáticos Policíclicos)**” (2010).
- Según el **IARC** “**se ha informado de que las concentraciones de benzo[a]pireno en el humo de los cigarrillos se sitúan entre 52 y 95 ng/cigarrillo - más de tres veces la concentración en el humo corriente**” (2012).
- Diversas fuentes identifican la presencia de **Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)** dentro de la composición química del cigarrillo. El cual posee una masa de aproximadamente **1 g** (Leopoldo Alvarez, 2006). Estas fuentes son:

## PRINCIPALES COMPONENTES DEL HUMO DEL TABACO

### Combustión total de un cigarrillo genera:

Dióxido de carbono:	20 – 60 mg
Monóxido de carbono:	10 – 20 mg
Metano:	1 – 3 mg
Acetaldehído	700 µg
Isopreno	600 µg
Acetona	100 – 600 µg
Ac. Cianhídrico	300 – 500 µg
Tolueno	100 µg
Acroleína	100 µg
Dimetilnitrosamina	10 – 70 µg
Nitrobenceno	30 µg
Alquitán	10 – 40 mg
Nicotina	1- 3 mg
Fenol	20 – 150 µg
Pireno	50 – 200 µg
Indol	20 µg
Benzo Pireno	20 – 40 µg

Fuente: CENTRO DE INVESTIGACIONES TOXICOLÓGICAS S.A

## Comparación de la composición del humo exhalado y el emado por el cigarro.

	COMPUESTO	CONTENIDO	%EN HUMO EXHALADO	% EN HUMO EMANADO
<b>VAPOR</b>				
	CO	10-30mg	2.5	4.7
	CO <sub>2</sub>	20-40mg	8	11
	BENCENO (B)	12-48g	5	10
	ACETONA	100-250g	2	5
	ÁC. CIANHÍDRICO	400-500g	0.1	0.25
	AMONÍACO	50-130g	40	170
	PIRIDINA	16-40g	6.5	20
	N-NITROSODIMETILAMINA (C)	10-40ng	20	100
<b>PARTÍCULAS</b>				
	NICOTINA	1-2.5mg	2.6	3.3
	FENOL	60-140g	1.6	3.0
	2-NAFTILAMINA(B)	1.7ng	30	
	4-BIFENILAMINA(B)	4.6ng	31	
	CADMIO(C)	100ng	7.2	
	NÍQUEL(B)	20-80ng	13	30
	ÁC. LÁCTICO	63-174g	0.5	0.7
	ÁC. SUCCÍNICO	110-140g	0.43	0.62

(ng = 1 / 1000 g)

Fuente: Centro Landívar para el Control de Tabaco

**TABLA 3**

Algunos componentes de la fase de partículas del humo del cigarrillo	
Componente	Concentración media por pitillo
Alquitrán	1-40 mg
Nicotina	1-2.5 mg
Fenol	20-150 mg
Catecol	130-280 mg
Pireno	50-200 mg
Benzo (a) pireno	20-40 mg
2.4 Dimetilfenol	49 mg
m- y p-Cresol	20 mg
p-Etilfenol	18 mg
Sigmasterol	53 mg
Fitosteroles (toal)	130 mg
Fuente: Surgeon General, 1979.	

Fuente: Centro Landívar para el Control de Tabaco

TABLA 4

Algunos componentes de la fase gaseosa del humo del cigarrillo	
Componente	Concentración media por cigarrillo
Dióxido de carbono	20-60 mg
Monóxido de carbono	10-20 mg
Metano	1.3 mg
Acetaldehido	770 mg
Isopreno	582 mg
Acetona	100-600 mg
Cianidina de hidrógeno	240-430 mg
2-Butanona	80-250 mg
Tolueno	108 mg
Acetonitrilo	120 mg
Acroleína	84 mg
Amoniaco	80 mg
Benceno	67 mg
Nitrobenceno	25 mg

Fuente: Surgeon General, 1979

Fuente: Centro Landívar para el Control de Tabaco

TABLA 5

Componentes carcinógenos aislados en la fase de partículas del humo del tabaco	
Componentes	Por cigarrillo
<b>- Iniciadores</b>	
Benzo (a) pireno	0.01-0.05
Otros HAP	0.3-0.4
Dibenzo (a,j) acridina	0.003-0.01
Otros Aza Arenes	0.01-0.02
Uretano	0.035
<b>- Carcinógenos</b>	
Pireno	0.05-0.2
Otro HAP	0.5-0.1
1- Metilindoles	0.8
9- Metilcarbazoles	0.14
4.4- Diclorostilbeno	0.5-1.5
Catecol	200-500
Alkylcatecoles	10-30
<b>- Carcinógenos específicos de órgano</b>	
N <sup>o</sup> - Nitrosornicotina	0.14-3.70
4- (N-Metil-N-nitrosamina)	
1- (3- piridil)-1- butaceno	0.11-0.42
N <sup>o</sup> -Nitrosoanatabina	+3
Polonio-210	0.03-0.07-pCi
Componentes del níquel	0-5.8
Componentes del cadmio	0.01-0.07
B-Naftilamina	0.001-0.002
4-Aminobifeni	0.001-0.002
0-Toluidina	0.16

Fuente: Surgeon General, 1979.

Fuente: Centro Landívar para el Control de Tabaco

TABLA 6

Componentes tóxicos más importantes en la fase gaseosa	
Componente	Concentración media por cigarrillo
Dimetilnitrosamina	1-200 mg
Etilmetilnitrosamina	0.1-10 mg
Dietilnitrosamina	0-10 mg
Nitrosopirrolidina	2-42 mg
Otras nitrosaminas (4 componentes)	0-20 mg
Hidracina	24-43 mg
Vinil cloridato	1-16 mg
Uretano	10-35 mg
Formaldehido	18-1400 mg
Ácido cianhídrico	30-200 mg
Acroleína	25-140 mg
Acetaldehido	18-1400 mg
Óxidos de nitrógeno (NO)	10-600 mg
Amoniaco	10-150 mg
Piridina	9-93 mg
Monóxido de carbono	2-20 mg
Acrlonitrilo	3.2-15 mg
2-Nitropropano	0.73-1.21 mg

Fuente: Surgeon General, 1979

Fuente: Centro Landívar para el Control de Tabaco

Tabla N° 5. Principales compuestos presentes en el humo de cigarrillo.

Compuestos Químicos	Humo primario (µg/cigarro)	Humo secundario (µg/cigarro)
1,3- Butadieno	35.5	191
2- Amino naftaleno	0.007	0.039
3- Etenilpiridina	662	X
4- Aminobifenila	0.0012	0.01
4-N- Nitrosometilamino-1-(3-piridil)- 1-butanona	0.3	0.195
Acetaldehído	680	1571
Acetona	287	917
Acroleina	68.8	306
Acrlonitrila	8.9	86.2
Amoniaco	12.2	4892
Arsénico	0.7	X
Benzantraceno	0.045	X
Benceno	46.3	272
Benzopireno	0.0099	0.141
Benzofluoranteno	13.01035	X
Berilo	0.00025	X
Butiraldehido	32.4	88.2
Cadmio	0.103	0.736
Monóxido de Carbono	13.609	42.451
Catecol	88.2	164.9
Dioxinas Policloradas y Furanos Policlorados	0.000075	0.000152
Cromo	0.0042	0.054
Criseno	0.05	X
Croton aldehído	14.2	80.9
Dibenzoacridino	0.0028	X
Dibenzoantraceno	0.004	X
7H-dibenzocarbazole	0.0007	X

Dibenzopireno	0.0025	X
3-Ethenylpyridene	X	662
Etilbenceno	X	130
Formaldehído	33	407.8
Hidracina	0.034	X
Cianeto de Hidrogeno	118.4	106
Hidroquinona	72.2	183.5
Indenopireno	0.012	X
Isopreno	264	1140
Plomo	0.0128	0.045
m+p Cresol	14	79.6
Mercurio	0.0052	X
5-Metilcriseno	0.0006	X
Metil-etil-cetona	54.8	175.6
Níquel	0.011	0.031
Nicotina	X	919
Oxido nítrico	37.7	1438
2-Nitripropano	0.001	X
N-nitrosoanabasina	0.019	X
N-nitroso-n-butylamina	0.012	X
N-nitrosodietanolamina	0.03	X
N-nitrosornicotina	1.9	49.8
N-nitrosopirrolidina	0.113	X
o-cresol	5.7	31
Fenol	26.1	330

N-nitrosoanabatina	72.2	52.3
N-nitrosodietanolamina	0.03	X
N-nitrosodietilamina	0.0083	0.0405
Propionaldehído	49.8	128.3
Piridina	11.8	250.8
Pirrole	X	402
Quinolina	0.356	10.1

Resorcinol	1.2	0.94
Estireno	5.71	99.5
Tolueno	72.8	499
2-toluidina	0.115	X
Uretano	0.029	X
Xilenos	366	X

Fuente: Agencia de Vigilancia Sanitaria de Brasil.

Fuente: Leopoldo Álvarez, 2006



Tabla N° 6: Compuestos mas representativos en peso.

Compuesto	Total mgr de humo por cigarro	Total gr. de contaminación por total de fumadores
Acetaldehído	2,251	17.654,37
Acetona	1,204	9.442,85
Acroleína	0,375	2.941,09
Amoniaco	4,904	38.461,82
Benceno	0,318	2.494,05
Catecol	0,253	1.984,26

Formaldehído	0,441	3.458,72
Cianato de Hidrogeno	0,225	1.764,66
Isopreno	1,404	11.011,44
Metil-etil-cetona	0,231	1.811,71
Propionaldehido	0,178	1.396,04
Tolueno	0,572	4.486,14
Monóxido de Carbono	0,056	439,21
<b>Total</b>	<b>12.412</b>	<b>97.346,36</b>

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Leopoldo Álvarez, 2006

Tabla N° 7: Principales componentes del humo de tabaco ambiental y sus efectos sobre la salud.

Principales componentes	Efecto carcinogénico	Efectos en la salud (no cáncer)
<b>Fase gaseosa</b>		
Acetaldehído	2B	Irritantes, dermatitis
Acetona		Irritantes, mareos
Acroleína	3	Irritante, edema pulmonar
Benceno	1	Depresor SNC, náuseas
Monóxido de carbono		Cefalea, mareos
Formaldehído	2A	Irritante, inductor de asma
Metanol		Neurotóxico, irritante
N-Nitrosodietilamina	2A	
N-Nitrosodimetilamina	2A	Daño hepático
Estireno	2B	Depresor SNC, irritante
<b>Fase particulada</b>		
2-Naftilamina	1	Irritantes, mareos
4-Aminobifenil	1	Hematuria
Arsénico	1	Hemólisis, neuropatía
Benzo(a)antraceno	2A	
Benzo(a)pireno	2A	Dermatitis, irritante
Cadmio	2A	Bronquitis, irritante
Cromo	1	Toxicidad renal, hemólisis
Plomo	2B	Alteraciones SNC, depresión
Níquel	1	Alteraciones inmunológicas
Nicotina		Adicción

Fuente: Revista chilena de enfermedades respiratorias.

Fuente: Leopoldo Álvarez, 2006

1 Carcinógeno para seres humanos

2A Carcinógeno probable para seres humanos, con evidencia suficiente en animales, pero no en seres humanos.

2B Carcinógeno probable para seres humanos, con evidencias limitadas en animales y no en seres humanos.

3 No clasificable como carcinógeno para seres humanos.

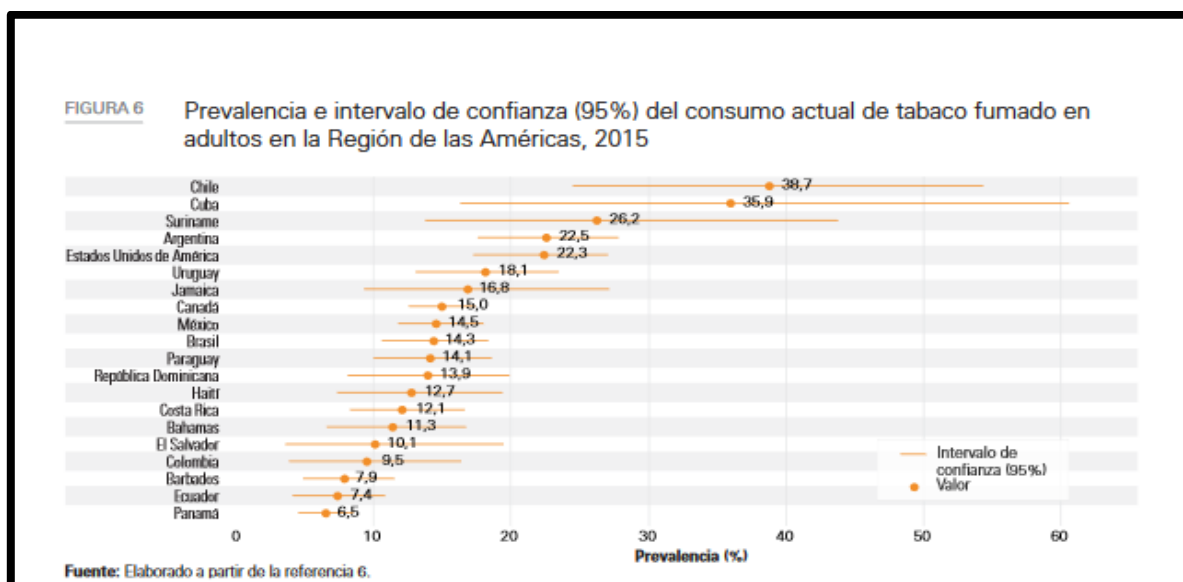
Fuente: Leopoldo Álvarez, 2006

- En lo expuesto se evidencia la presencia de diversos **Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)**, en el **humo del cigarrillo**, incluyendo algunos ya analizados (benzopireno, metano, nitrobenceno). Destacando que diversos de estos contaminantes dentro de la composición del cigarrillo **poseen la mayor masa (marcados en rojo)**, según los datos anteriores. Siendo estos:

COVs en el humo del cigarrillo	
Benzopireno	Nitrobenceno
m-Cresol	p-Cresol
2-Butanona	Fenol
Acetonitrilo	o-Toluidina
2-Nitropropano	1, 3-Butadieno
Etilbenceno	Metano
Quinolina	Xilenos
<b>Propionaldehido</b>	<b>Benceno</b>
<b>Acetaldehido</b>	<b>Formaldeido</b>
<b>Isopreno</b>	<b>Acetona</b>
<b>Tolueno</b>	<b>Acroleina</b>
<b>Metil-etil-cetona</b>	<b>Catecol</b>

Fuente: Elaboración propia

- En Chile el **33,3% de la población es fumadora**, según los datos de la **“Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017 de Chile”**. Es decir, **6.237.090** de los 18,47 millones de habitantes de Chile en 2017, consumen tabaco. Cifra que podría verse mantenida o en aumento, puesto que, Chile es el país de América con mayor prevalencia en el consumo de tabaco con un **38,7%**, según el **“Informe sobre el control del tabaco en la Región de las Américas 2018 de la OMS”**.



Fuente: OMS, 2018.



- Esto indica que gran parte de los COVs presentes en el cigarrillo se producen a gran escala, en relación con, la población de fumadores (a) activos en Chile. Considerando también que según la **Encuesta Nacional de Salud 2009-2010 de Chile** un fumador activo consume en promedio **10,4 (10 aprox.) cigarrillos al día**. No obstante, la **Encuesta Nacional de Salud 2016-2017 de Chile** afirma que **“los resultados de la ENS 2016-17 muestran una mediana de consumo de 7 cigarrillos”**. Lo cual es ratificado en el estudio **“ENCUESTA DE INCIDENCIA CONSUMO DE CIGARRILLOS Y COMERCIO ILÍCITO CHILE 2019”** del Centro de Medición de la Pontificia Universidad Católica de Chile (MIDEUC) que afirma **“la población adulta que se declara fumador diario presenta un consumo promedio de 7,4 cigarrillos al día”**.
- Con base en lo anterior, en la siguiente tabla, se estima la cantidad (si estas cifras se mantienen) de **toneladas emitidas por año (t/año)** de COVs en Chile, por el **humo del cigarrillo**, con los datos extraídos del **año 2017**. Considerando el **consumo promedio de cigarrillos por día (cigarrillos/día)**, la **población fumadora activa (Población Fumadora 2017)**, los **días del año (Días/año)** y la **composición en masa del humo del cigarrillo (masa/cigarrillo)** obtenida por diversas fuentes.

COVs	Masa/cigarrillo	g/cigarrillo	Cigarrillos/día	Días/año	Población Fumadora (2017)	g/año	t/año
Benzopireno	52-95 ng	0,000000052-0,000000092	7	365	6.237.090	828,7 - 1.466,1	0,0008-0,0015
2-Butanona	80-250 mg	0,08-0,25	7	365	6.237.090	1274861196 - 3983841237,5	1274,9-3983,8
Acetonitrilo	120 mg	0,12	7	365	6.237.090	1912291794	1912,3
2-Nitropropano	0,73-1.21 mg	0,00073-0,00121	7	365	6.237.090	11633108,4-19282275,6	11,6-19,3
Etilbenceno	130	0,00013	7	365	6.237.090	2071649,4	2,1
Quinolina	0,356-10,1 ug	0,00000356-0,0000101	7	365	6.237.090	5673,1-160951,2	0,01-0,2
Nitrobenzeno	25 mg	0,025	7	365	6.237.090	398394123,8	398,4
p-Cresol/m-Cresol	14-79,6 ug	0,000014-0,0000796	7	365	6.237.090	223100,7-1268486,9	0,2-1,3
Fenol	20-150 ug	0,00002-0,00015	7	365	6.237.090	318715,3-2390364,7	0,3-2,4
o-Toluidina	0,16 mg	0,00016	7	365	6.237.090	2549722,4	2,5
1, 3-Butadieno	35,5-191 ug	0,00004-0,0019	7	365	6.237.090	6374306,0-30277953,4	6,4-30,3
Metano	1-3 mg	0,001-0,003	7	365	6.237.090	15935764,9-47807294,9	15,9-47,8
Xilenos	366 ug	0,000366	7	365	6.237.090	5832490,0	5,8
Propionaldehido	0,178 mg	0,000178	7	365	6.237.090	2836566,2	2,8
Acetaldehido	2,251 mg	0,002251	7	365	6.237.090	35871406,9	35,9
Isopreno	1,404 mg	0,001404	7	365	6.237.090	22373814,0	22,4
Tolueno	0,056 mg	0,000056	7	365	6.237.090	892402,8	0,9
Metil-etil-cetona	0,231 mg	0,000231	7	365	6.237.090	3681161,7	3,7
Benceno	0,318 mg	0,000318	7	365	6.237.090	5067573,3	5,1
Formaldeido	18-1.400 mg	0,018-1,4	7	365	6.237.090	286843769,1-22310070930,0	286,8-22310,1
Acetona	1,204 mg	0,001204	7	365	6.237.090	19186661	19,2
Acroleína	0,375 mg	0,000375	7	365	6.237.090	5975911,9	5,98
Catecol	0,253 mg	0,000253	7	365	6.237.090	4031748,5	4,03

Fuente: Elaboración propia

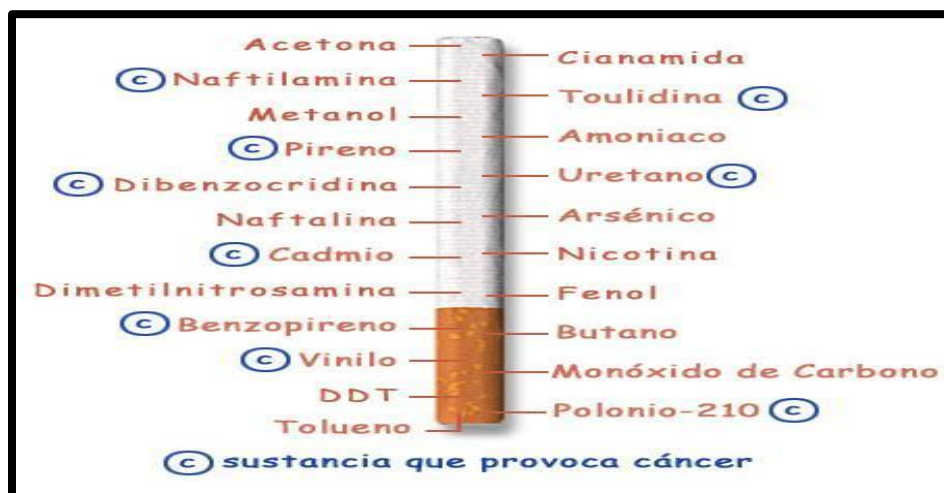
Total g/cigarrillo	Total t/año
0,2-0,4	4.017,2-28.816,3

Fuente: Elaboración propia

#### Formula

$$\text{g/año} = \text{masa} \times \text{cigarrillos/día} \times \text{días/año} \times \text{población fumadora}$$

- Los resultados demuestran una alta emisión de toneladas (t) de **Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)** a partir del humo del cigarrillo, durante el año 2017. Cabe indicar, que estos contaminantes no solo afectan al fumador, sino, también al fumador pasivo y a todo el ecosistema.
  - Se estima que la **masa de los COVs presentes en el humo del cigarrillo** posee un valor **entre 0,2 a 0,4 gramos (g) por cigarrillo (Total g/cigarrillo)**.
  - Se calculó al transformar los **gramos de COVs del cigarrillo por año (g/año)** a **toneladas de COVs del cigarrillo por año (t/año)**, la **totalidad de toneladas emitidas por año (Total t/año)**, estimando un valor que varía entre **4.017,2 a 28.816,3 toneladas emitidas de COVs por año**.
  - No obstante, el valor de toneladas de COVs emitidas por año, a partir del humo del cigarrillo, podrían ser mayores o mucho mayores, enfatizando en que **el fumador activo puede aumentar su consumo sobre el nivel promedio (imposibilitando su cuantificación), durante los fines de semana**, según lo afirmado por Leopoldo Álvarez (2006).
  - Finalmente, estos valores seguirían constantes o en aumento, al ser Chile el país de América con mayor prevalencia en el consumo de tabaco, según la OMS (2018).
- **En base a todo lo expuesto, se recomienda limitar la cantidad de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) presentes en el cigarrillo tradicional durante su plantación (uso de plaguicidas) y elaboración, establecer nuevos análisis de la composición actual, solicitar la reanudación del Boletín 8886-11 "Adecua la legislación nacional al estándar del Convenio Marco de la Organización Mundial de Salud para el Control del Tabaco", con el fin de, reducir las emisiones COVs. Considerando que Chile es uno de los países latinoamericanos con mayores tasas de de tabaquismo (por ende, mayor contaminación por COVs) y con mayor prevalencia de este consumo en América.**



Fuente: El tabaco

## 5. Conclusión

- En síntesis, se recomienda tomar en consideración las normativas internacionales para la elaboración de la **NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DEL AIRE PARA COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COVs)**.
- Aplicar la normativa a todas las termoeléctricas (independiente del combustible a usar en sus instalaciones) y a las fuentes indicadas.
- Incluir en la respectiva normativa a crear todos los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) ya mencionados, además del Naftaleno, Isobutano, Pireno, Cloruro de Vinilo, Etilbenceno, Diclorometano, entre otros. Los cuales también generan un gran impacto en la salud de la población y en el medio ambiente.
- Prohibir en la normativa el uso del **Nitrobenceno** en todas sus formulaciones a nivel nacional.
- Atribuir la normativa a los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) presentes en el humo del cigarrillo y limitar su concentración en el mismo.
- Considerar también como referencia los límites laborales de exposición de sustancias químicas (incluyendo los COVs) establecidos por la **Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA)** disponibles en:

<https://www.cdc.gov/niosh/npg/nengapdxg.html>

## 6. Bibliografía

### 1. COVs

- Ministerio del Medio Ambiente [en línea]. Santiago, Chile. Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [en línea]. Santiago, Chile. ToxFAQs™ - Índice alfabético [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_toxfaqs\\_index.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_toxfaqs_index.html)

- Boletín Oficial del Estado [en línea]. Santiago, Chile. Instrumento de aceptación de la Modificación del Texto y de los Anexos II a IX y la incorporación de nuevos Anexos X y XI al Protocolo al Convenio de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a la reducción de la acidificación, de la eutrofización y del ozono en la troposfera, adoptadas en Ginebra el 4 de mayo de 2012. [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-11459](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-11459)

- Biblioteca de Ingeniería [en línea]. Santiago, Chile. Análisis de la Problemática de las Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles en un Centro de Refino [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/20066/fichero/Documento+completo%252FCap%C3%ADulo+1.pdf>

- Congreso de la Republica de Perú [en línea]. Santiago, Chile. Protocolo de Grotenburgo [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2\\_uibd.nsf/DD313C795AEA766A052578170076EDF7/\\$FILE/19\\_Protocolo\\_de\\_Gotemburgo\\_de\\_1999.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/DD313C795AEA766A052578170076EDF7/$FILE/19_Protocolo_de_Gotemburgo_de_1999.pdf)

- Wiki [en línea]. Santiago, Chile. Multiefecto Protocolo - Multi-effect Protocol [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: [https://es.qwe.wiki/wiki/Multi-effect\\_Protocol](https://es.qwe.wiki/wiki/Multi-effect_Protocol)

- Oficina de Publicaciones de la Unión Europea [en línea]. Santiago, Chile. Directiva 84/360/CEE del Consejo, de 28 de junio de 1984, relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/528ec084-3b51-44d4-8511-d9c612d6b651/language-es>

- EUR-Lex [en línea]. Santiago, Chile. Directiva 94/63/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, sobre el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) resultantes del almacenamiento y distribución de gasolina desde las terminales a las estaciones de servicio [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A31994L0063>

- EUR-Lex [en línea]. Santiago, Chile. Directiva 1999/13/CE del Consejo de 11 de marzo de 1999 relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:31999L0013>

- EUR-Lex [en línea]. Santiago, Chile. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES: Concepto Químico, Fuentes de Emisión y Repercusión Sobre el Medio Ambiente [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en:

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:313:0012:0021:ES:PDF>

- QUIMACOVA [en línea]. Santiago, Chile. DIRECTIVA 2000/69/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de noviembre de 2000 sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: [http://www.pymesonline.com/uploads/tx\\_ictcontent/R02026\\_compuestos.pdf](http://www.pymesonline.com/uploads/tx_ictcontent/R02026_compuestos.pdf)

- Condorchem envitech [en línea]. Santiago, Chile. Listado de compuestos orgánicos volátiles [Fecha de consulta 21 de julio 2020].

Disponible en: <https://condorchem.com/es/listado-compuestos-organicos-volatiles/>

## 2. NITROBENCENO

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [en línea]. Santiago, Chile. Resúmenes de Salud Pública - Nitrobenceno [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs140.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs140.html)

- Wikipedia [en línea]. Santiago, Chile. Nitrobenceno [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Nitrobenceno#cite\\_note-8](https://es.wikipedia.org/wiki/Nitrobenceno#cite_note-8)

- La Tercera [en línea]. Santiago, Chile. Daños genéticos y cáncer: El lapidario informe médico sobre la contaminación en Quintero-Puchuncaví [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.latercera.com/la-tercera-pm/noticia/danos-geneticos-y-cancer-el-lapidario-informe-medico-sobre-la-contaminacion-en-quintero-puchuncavi/356834/>

- UTZ [en línea]. Santiago, Chile. LIST OF BANNED PESTICIDES AND PESTICIDES WATCHLIST [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://utz.org/wp-content/uploads/2015/12/EN\\_UTZ\\_List-of-Banned-PesticidesWatchlist\\_v1.0\\_2015.pdf](https://utz.org/wp-content/uploads/2015/12/EN_UTZ_List-of-Banned-PesticidesWatchlist_v1.0_2015.pdf)

- El Mostrador [en línea]. Santiago, Chile. La muerte silenciosa: uso en Chile de plaguicidas prohibidos en el mundo causa daño cognitivo en menores [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.elmostrador.cl/destacado/2019/01/17/la-muerte-silenciosa-uso-en-chile-de-plaguicidas-prohibidos-en-el-mundo-causa-dano-cognitivo-en-menores/>

- IARC [en línea]. Santiago, Chile. Printing Processes and Printing Inks, Carbon Black and Some Nitro Compounds [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://publications.iarc.fr/83>

- IST [en línea]. Santiago, Chile. D.S. Nº 594 APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <http://www.ist.cl/wp-content/uploads/2016/12/siliceDECRETO-SUPREMO-N%C2%B0-594-actualizado.pdf>

- Universidad Católica del Maule [en línea]. Santiago, Chile. Intervención educativa sobre exposición y efectos de plaguicidas en comunidades escolares rurales [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [http://www.vrip.ucm.cl/wp-content/uploads/2019/05/3\\_Maria\\_Teresa\\_Munoz-Intervencion\\_educativa\\_sobre\\_exposicion\\_y\\_efectos\\_de\\_plaguicidas\\_en\\_comunidades\\_escolares\\_rurales.pdf](http://www.vrip.ucm.cl/wp-content/uploads/2019/05/3_Maria_Teresa_Munoz-Intervencion_educativa_sobre_exposicion_y_efectos_de_plaguicidas_en_comunidades_escolares_rurales.pdf)

- FAIR TRADE USA [en línea]. Santiago, Chile. Lista de Plaguicidas Prohibidos y Restringidos (LPPR) [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.fairtradecertified.org/sites/default/files/filemanager/documents/APS/FTUSA\\_STD\\_ProhibitedRestrictedPesticidesList\\_ES\\_1.0.0.pdf](https://www.fairtradecertified.org/sites/default/files/filemanager/documents/APS/FTUSA_STD_ProhibitedRestrictedPesticidesList_ES_1.0.0.pdf)

### 3. BENZOPIRENO

- PAIS LOBO [en línea]. Santiago, Chile. Experto afirma que algunas ciudades del sur están expuestas a tóxico más cancerígeno que el de Quintero [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.paislobo.cl/2018/09/experto-afirma-que-algunas-ciudades-del.html>

- PAIS LOBO [en línea]. Santiago, Chile. Experto afirma que algunas ciudades del sur están expuestas a tóxico más cancerígeno que el de Quintero [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.paislobo.cl/2018/09/experto-afirma-que-algunas-ciudades-del.html>

- SlideShare [en línea]. Santiago, Chile. Los Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos. El Benzo[a]pireno [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/jvii19/los-hidrocarburos-policclicos-aromticos-el-benzoapireno>

- Scielo [en línea]. Santiago, Chile. Mecanismos de acción del receptor de hidrocarburos de arilos en el metabolismo del benzo[a]pireno y el desarrollo de tumores [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-888X2016000100054](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2016000100054)

- Scielo [en línea]. Santiago, Chile. Mecanismos de acción del receptor de hidrocarburos de arilos en el metabolismo del benzo[a]pireno y el desarrollo de tumores [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-888X2016000100054](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2016000100054)

- MITECO [en línea]. Santiago, Chile. Benzo(a)pireno [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en:

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/benzo-a-pireno.aspx>

- IARC [en línea]. Santiago, Chile. Chemical Agents and Related Occupations [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-14.pdf>

- Energy news [en línea]. Santiago, Chile. Forestalia incorporará estudios de benzopireno en los proyectos de biomasa [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.energynews.es/forestalia-incorporara-estudios-benzopirenos-los-proyectos-biomasa/>

- Slideplayer [en línea]. Santiago, Chile. Benzopirenos [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/12825911/>

- BOE [en línea]. Santiago, Chile. Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-1645-consolidado.pdf>

- Consorcio de Universidades del Estado de Chile [en línea]. Santiago, Chile. U. de Santiago analiza el nivel del material particulado que hay en Santiago [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.uestatales.cl/cue/?q=node/4422>

- Ley Chile [en línea]. Santiago, Chile. MODIFICA DECRETO N° 977, DE 1996 [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=217718>

- Murcia Salud [en línea]. Santiago, Chile. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.murciasalud.es/pagina.php?id=252725&idsec=1573#>

#### 4. METANO

- Wikipedia [en línea]. Santiago, Chile. Metano [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Metano>

- Green facts [en línea]. Santiago, Chile. Metano [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/mno/metano.htm>

- Global Methane [en línea]. Santiago, Chile. La importancia del metano y las actividades de reducción de sus emisiones [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.globalmethane.org/documents/methane\\_fs\\_spa.pdf](https://www.globalmethane.org/documents/methane_fs_spa.pdf)

- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [en línea]. Santiago, Chile. La importancia del metano y las actividades de reducción de sus emisiones [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n4/m2.html>

- Noticias ONU [en línea]. Santiago, Chile. Se alcanza niveles récord de gases de efecto invernadero en la atmósfera [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/11/1465851>

- Global Methane Initiative [en línea]. Santiago, Chile. Emisiones Mundiales de Metano y Oportunidades de Atenuación [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.globalmethane.org/documents/analysis\\_fs\\_spa.pdf](https://www.globalmethane.org/documents/analysis_fs_spa.pdf)



- Bio Bio Chile [en línea]. Santiago, Chile. Estudio afirma que fuerte aumento de emisiones de metano sería un causante del calentamiento global [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en:

<https://www.biobiochile.cl/noticias/ciencia-y-tecnologia/ciencia/2020/07/15/estudio-afirma-fuerte-aumento-emisiones-metano-seria-causante-del-calentamiento-global.shtml>

- Alimento sin desperdicio [en línea]. Santiago, Chile. Incremento de emisiones de metano y cambio climático [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en:

<https://alimentosindesperdicio.blog/2016/12/12/incremento-de-emisiones-de-metano-y-cambio-climatico/>

- SIN Chile [en línea]. Santiago, Chile. INFORME DEL INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE, SERIE 1990-2013 [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/2016\\_iin\\_cl.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/2016_iin_cl.pdf)

- SIN Chile [en línea]. Santiago, Chile. Consulta del INGEI [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <http://snichile.mma.gob.cl/consulta/>

- Tiempo [en línea]. Santiago, Chile. El radical hidroxilo (OH) se recicla en la atmósfera [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.tiempo.com/ram/486041/el-radical-hidroxilo-oh-se-recicla-en-la-atmosfera/>

- INDURA [en línea]. Santiago, Chile. METANO [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en:

<http://www.indura.cl/Descargar/Metano?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fcl%2Fbiblioteca%2F21e6a360313346c291eb2f2ebd6a627a.pdf>

- Ley Chile [en línea]. Santiago, Chile. ESTABLECE NORMAS DE EMISION DE MONOXIDO DE CARBONO (CO), HIDROCARBUROS TOTALES (HCT), HIDROCARBUROS NO METANICOS (HCNM), METANO (CH4), OXIDOS DE NITROGENO (NOx) Y MATERIAL PARTICULADO (MP) PARA MOTORES DE BUSES DE LOCOMOCION COLECTIVA DE LA CIUDAD DE SANTIAGO [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=195386>

## 5. HUMO DE TABACO

- Centro Landívar para el Control de Tabaco [en línea]. Santiago, Chile. Los Contaminantes del Tabaco [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.url.edu.gt/otros\\_sitios/noTabaco/01-02cont.htm](https://www.url.edu.gt/otros_sitios/noTabaco/01-02cont.htm)

- Centro Landívar para el Control de Tabaco [en línea]. Santiago, Chile. Los Componentes del Humo del Tabaco [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.url.edu.gt/otros\\_sitios/noTabaco/01-01comp.htm](https://www.url.edu.gt/otros_sitios/noTabaco/01-01comp.htm)

- Centro Landívar para el Control de Tabaco [en línea]. Santiago, Chile. Los Componentes del Humo del Tabaco [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.url.edu.gt/otros\\_sitios/noTabaco/01-01comp.htm](https://www.url.edu.gt/otros_sitios/noTabaco/01-01comp.htm)

- Archivos de Bronconeumología [en línea]. Santiago, Chile. Estudio de compuestos orgánicos volátiles en aire exhalado en una población clínicamente sana: efecto del tabaquismo [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en:

<https://www.archbronconeumol.org/es-estudio-compuestos-organicos-volatices-aire-articulo-S0300289613001208>

- Scielo [en línea]. Santiago, Chile. Farmacogenética, tabaco, alcohol y su efecto sobre el riesgo de desarrollar cáncer [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062018000400432](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062018000400432)

- PAHO [en línea]. Santiago, Chile. TOXICOLOGÍA GENERAL RIESGO [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [https://www.paho.org/bol/files/docs/salud\\_ambiental/eventos/20110315\\_curso\\_toxicologia/apuntes\\_curso\\_toxicologia\\_dr\\_gotelli.pdf](https://www.paho.org/bol/files/docs/salud_ambiental/eventos/20110315_curso_toxicologia/apuntes_curso_toxicologia_dr_gotelli.pdf)

- OMS [en línea]. Santiago, Chile. TABACO [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>

- Clínica las Condes [en línea]. Santiago, Chile. ¿Qué contiene un cigarro? [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.clinicalascondes.cl/CENTROS-Y-ESPECIALIDADES/Centros/Centro-Clinico-del-Cancer/Unidad-de-Prevencion-del-Cancer/Programa-No-Fumo-Mas/Que-contiene-un-cigarro>

- BBC [en línea]. Santiago, Chile. Día Mundial sin Tabaco: ¿qué países fuman más y menos en el mundo? (y en qué lugar se sitúan los de América Latina) [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44311572>

- QUIMACOVA [en línea]. Santiago, Chile. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES: Concepto Químico, Fuentes de Emisión y Repercusión Sobre el Medio Ambiente [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [http://www.pymesonline.com/uploads/tx\\_icticontent/R02026\\_compuestos.pdf](http://www.pymesonline.com/uploads/tx_icticontent/R02026_compuestos.pdf)

- OPS [en línea]. Santiago, Chile. Informe sobre el control del tabaco en la Región de las Américas, 2018 [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49237>

- MINSAL [en línea]. Santiago, Chile. Encuesta Nacional de Salud ENS Chile 2009-2010 [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>

- MINEUC [en línea]. Santiago, Chile. ENCUESTA DE INCIDENCIA CONSUMO DE CIGARRILLOS Y COMERCIO ILÍCITO CHILE 2019 [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <https://www.mideuc.cl/wp-content/uploads/2020/02/Encuesta-Incidencia-consumo-de-cigarrillos-y-comercio-il%C3%ADcito.pdf>

- MINSAL [en línea]. Santiago, Chile. INFORME ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017 CONSUMO DE TABACO [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: <http://www.eligenofumar.cl/wp-content/uploads/2015/04/Informe-ENS-2016-17-Consumo-de-Tabaco.pdf>

- MINSAL [en línea]. Santiago, Chile. ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017 Primeros resultados [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [http://www.chilelibredetabaco.cl/wp-content/uploads/2010/10/ENS\\_2016\\_17\\_primeros\\_resultados.pdf](http://www.chilelibredetabaco.cl/wp-content/uploads/2010/10/ENS_2016_17_primeros_resultados.pdf)

- Biblioteca Duoc UC [en línea]. Santiago, Chile. Contaminación ambiental por consumo de tabaco en la ciudad de Santiago / Leopoldo Álvarez [Fecha de consulta 23 de julio 2020].

Disponible en: [http://bibliotecabuscador.duoc.cl/client/es\\_CL/default/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:17701/ada?qu=tabaco](http://bibliotecabuscador.duoc.cl/client/es_CL/default/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:17701/ada?qu=tabaco)

7. Conjunto de Firmas de participantes Juventudes PEV Santiago



Ismael Selumiel Mena Abrigo  
20.144.642-2



Francisco Alberto Alejandro Román  
20.296.664-0



Ronald Emilio Vargas Diaz  
18.670.544-0



Salomé Margarita Moreno Nilo  
20.208.024-3



Omar Camilo Antileo Espina  
17.849.017-6



Tomás Benjamín Guttman Pogorzelski  
20.298.815-6