



## Febrero de 2024

Boletín Mensual

Furanos



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE  
MÉXICO

# SALUD



# CRÉDITOS



**Delfina Gómez Álvarez**

Gobernadora del Estado de México

Macarena Montoya Olvera

Secretaria de Salud

## **Colaboradores CEVECE**

Víctor Manuel Torres Meza

Ma. de Jesús Mendoza Sánchez

Ignacio Miranda Guzmán

Luis Anaya López

Mauricio R. Hinojosa Rodríguez

Víctor Flores Silva

Silvia Cruz Contreras

## **Subdirección de Epidemiología**

Luis Estaban Hoyo García de Alba

## **Diseño**

Ana Laura Toledo Avalos

# Contaminantes Criterio de Importancia en el Valle de Toluca



Especificaciones de los Contaminantes Criterio

Contaminante	Concentración Promedio	Valor límite	Unidades	Norma Oficial Mexicana
PM10	24 hrs.	70	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
PM2.5	24 hrs.	41	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
O3	1 hr.	0.090	ppm	NOM-020-SSA1-2021
NO2	1 hr.	0.106	ppm	NOM-023-SSA1-2021
CO	8 hrs. móvil	9.0	ppm	NOM-021-SSA1-2021
SO2	24 hrs.	0.110	ppm	NOM-022-SSA1-2010

De acuerdo con las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, que se resumen en el cuadro anterior, podemos decir lo siguiente:

Las **partículas PM10** se miden cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas; el valor límite para este año 2023 es de  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a la exacerbación de casos de asma, principalmente en niños. De acuerdo con el estudio sobre la carga global de enfermedades atribuibles a la contaminación atmosférica, de la Organización Mundial de Salud (OMS), la exposición a partículas finas en el aire ambiente representa el quinto factor de riesgo de muertes prematuras en la población a nivel mundial. En México, las estimaciones corresponden a cerca de 29,000 muertes y casi 558,000 años de vida ajustados por discapacidad atribuibles a la mala calidad del aire.

**Para el caso de PM2.5**, este contaminante se mide cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas; el valor límite para este año 2023 es de  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de acuerdo con la NOM-025-SSA1-2021; el riesgo para la salud se centra en la exacerbación de casos de asma, principalmente en niños. Existe evidencia científica que apoya una relación causal entre la exposición a PM2.5 en el aire ambiente e incremento en la prevalencia de cardiopatías isquémicas, enfermedades cerebrovasculares e incremento en infecciones de las vías respiratorias inferiores y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. En los estudios con población infantil, se han evidenciado efectos como el incremento en la prevalencia del asma, bajo peso al nacer, parto prematuro y trastornos neurológicos o cognitivos.

**En cuanto al ozono (O3)**, este contaminante se mide cada hora; el valor límite es de 0.090 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O3). Valores normados para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a exacerbaciones respiratorias en población general y disminución en la función pulmonar aunado a un mayor uso de medicamentos en niños asmáticos.

**El dióxido de nitrógeno (NO2)**, se mide cada hora; el valor límite es de 0.106 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se deriva de los procesos de combustión, siendo ésta la fuente principal de su vertimiento a la atmósfera.

**El monóxido de carbono (CO)**, se mide por 8 hrs. móvil; el valor límite es de 9.0 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se observa en la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o de los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos.

**Dióxido de azufre (SO2)**, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población, para este contaminante se establecen dos valores límite para las concentraciones ambientales a efecto de proteger la salud de la población más susceptible: valor límite de 1 hora: 0.075 ppm ( $196.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales obtenidos de los máximos diarios; y valor límite de 24 horas: 0.04 ppm ( $104.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como el máximo de 3 años consecutivos, obtenidos de los promedios de 24 horas. Por lo que es responsable en buena medida de las «lluvias ácidas» y de la contaminación del aire que afectan a las zonas urbanas e industriales. Recientemente, se han reconocido a las emisiones de SO2 por su contribución a la formación de aerosoles inorgánicos secundarios, partículas finas que son perjudiciales para la salud humana.

# Comportamiento de los contaminantes en el mes de enero



## Contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca Máximo diario Enero 2024

FECHA	PM10	PM2.5	O3	NO2	CO	SO2
01/01/2024	212	175	0.082	0.042	1.54	0.006
02/01/2024	205	168	0.063	0.043	1.06	0.006
03/01/2024	95	47	0.063	0.06	1.12	0.005
04/01/2024	90	38	0.054	0.044	1.04	0.005
05/01/2024	84	42	0.043	0.046	1.08	0.005
06/01/2024	90	43	0.047	0.043	1.18	0.006
07/01/2024	85	39	0.042	0.039	1.22	0.006
08/01/2024	65	31	0.036	0.034	1.38	0.006
09/01/2024	80	36	0.055	0.048	1.27	0.006
10/01/2024	123	54	0.055	0.047	1.41	0.006
11/01/2024	122	48	0.069	0.063	1.89	0.006
12/01/2024	125	48	0.069	0.084	1.81	0.005
13/01/2024	138	56	0.054	0.061	1.83	0.006
14/01/2024	131	52	0.063	0.037	1.28	0.006
15/01/2024	114	52	0.065	0.077	1.73	0.005
16/01/2024	126	51	0.084	0.1	1.8	0.005
17/01/2024	127	54	0.089	0.07	1.3	0.005
18/01/2024	126	58	0.075	0.071	1.43	0.005
19/01/2024	163	54	0.081	0.077	1.8	0.007
20/01/2024	165	55	0.076	0.05	1.68	0.009
21/01/2024	117	55	0.075	0.047	1.35	0.006
22/01/2024	91	39	0.072	0.047	1.3	0.005
23/01/2024	96	38	0.068	0.044	1.35	0.003
24/01/2024	107	35	0.059	0.053	1.31	0.003
25/01/2024	121	41	0.068	0.048	1.66	0.005
26/01/2024	129	43	0.053	0.05	1.45	0.008
27/01/2024	104	43	0.087	0.068	1.39	0.008
28/01/2024	114	53	0.087	0.064	1.33	0.009
29/01/2024	105	52	0.074	0.059	1.37	0.01
30/01/2024	86	48	0.058	0.069	1.49	0.008
31/01/2024	114	47	0.079	0.066	1.56	0.008

**Fuente:** Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT Enero 2024

Con base en las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, el comportamiento en el mes de Enero de 2024, fue el siguiente: en partículas PM10, hubo 31 días (100%) fuera de la NOM-025-SSA1-2021, lo que se traduce en mala calidad del aire; en el caso de partículas PM2.5 también se registraron 31 días (100%) fuera de la NOM-025-SSA1-2021, la concentración de estos días tiene repercusiones en la salud de la población.

En el mes de enero, los valores de ozono (O3), registraron 31 días en que la calidad no sobre pasó los valores límites de la NOM-020-SSA1-2021 (100%).

El bióxido de nitrógeno (NO2), no sobrepasó los límites de la NOM-023-SSA1-2021 hubo 31 días de buena calidad del aire (100%), el monóxido de carbono (CO), tampoco sobrepasó los límites de la NOM-021-SSA1-2021 y registró 31 días de buena calidad del aire (100%), al igual que el dióxido de azufre (SO2) no sobre pasó los límites de la NOM-022-SSA1-2010 y hubo 31 días con buena calidad del aire (100%).

El valor máximo en PM10 fue de 212 y se registró el 1 de enero, en PM2.5 fue de 175 el mismo día. En cuanto a los valores mínimos, para partículas PM10 fue de 80 el día 9 de enero y para partículas PM2.5 fue de 31 el 8 de enero de 2024.

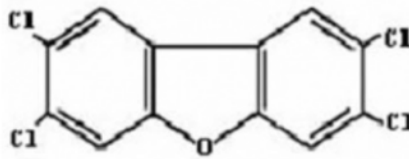
# Descripción del Contaminante Criterio: Furanos



Los furanos son compuestos orgánicos heterocíclicos, constituidos por un anillo aromático de 5 miembros con cuatro átomos de carbono y un átomo de oxígeno.

Es un líquido incoloro, muy volátil e inflamable y de punto de ebullición de 31 °C. Además, es ligeramente soluble en agua, soluble en disolventes orgánicos comunes y con un momento dipolar  $\mu = 0.72$  Debye. Presenta un olor parecido al cloroformo. El sistema anular del furano se encuentra en muchos compuestos naturales, es tóxico y puede ser cancerígeno en humanos. Sin embargo, otros derivados del furano se utilizan como agentes quimioterapéuticos. Por otra parte, se utiliza en síntesis para obtener otros derivados con valor añadido.

La mayor parte de los compuestos naturales que contienen un anillo de furano totalmente insaturado son de carácter terpenoide. Es un compuesto aromático que posee seis electrones deslocalizados: cuatro pertenecientes a los dobles enlaces y dos del átomo de oxígeno, (uno de los dos pares no enlazados solamente, que se encuentra en un orbital perpendicular al plano del anillo). Cada carbono aporta un electrón mientras que el oxígeno aporta dos a la nube deslocalizada. Los carbonos son híbridos  $sp^2$ .



Furano

El furano se obtiene industrialmente mediante la descarbonilación catalítica del furfural. Síntesis de Paal-Knorr: Consiste en la deshidratación mediante  $P_2O_5$  o  $(P_4O_{10})$  de un compuesto 1,4-dicarbonílico dando lugar al heterociclo furano. Puede ser obtenido del furfural por oxidación y descarboxilación del ácido furano-2-carboxílico resultante. El furfural puede ser obtenido por la destilación destructiva de la mazorca del maíz en presencia de ácido sulfúrico.

Otro método de síntesis orgánica es la Síntesis de Feist-Benary. Debido a la deslocalización del par de electrones del átomo de oxígeno por el anillo,  $\pi$ -excedente, el furano es más reactivo frente a la sustitución electrófila aromática que el benceno. No es resistente a los reactivos ácidos concentrados que se usan en la química del benceno para efectuar la sulfonación y nitración. El furano tiene carácter de dieno en la reacción de Diels-Alder, reaccionando con dienófilos pobres en electrones.

Reacción de Diels-Alder. En condiciones suaves, en medio acuoso acidificado, el furano hidroliza dando lugar al correspondiente compuesto 1,4-dicarbonílico. Reacción inversa a la de Paal-Knorr. La hidrogenación del furano mediante catálisis heterogénea (esto implica un catalizador metálico) conduce al tetrahydrofurano. Reacción de Achmatowicz donde el furano se convierte en un dihidropirano.

El Furano se utiliza en la producción de lacas, como disolvente para resinas y en la síntesis de productos químicos para la agricultura (insecticidas), estabilizantes y productos farmacéuticos (química fina). Se usa principalmente como intermedio en la producción industrial de tetrahydrofurano. Es útil también para sintetizar nitrofuranos, un grupo de fármacos con actividad antibacteriana, antituberculosa e incluso antitumoral.

El furano es una sustancia altamente tóxica y persistente en el medio ambiente que se disuelve fácilmente en grasas, lo que hace que se acumule en los organismos desde el medio y a lo largo de la cadena trófica. La exposición excesiva al furano puede causar efectos significativos sobre la salud humana, afectando a órganos importantes como el corazón, sistema inmune, hígado, piel y la glándula tiroides, llegando incluso a provocar cáncer reproductivo.

Una vez liberados a la atmósfera, los furanos son partículas minúsculas, que se depositan eventualmente sobre suelo y la vegetación. Siendo altamente insolubles en el agua, estos compuestos se fijan fuertemente por adsorción a los suelos ó sedimentos, por lo que se degradan muy lentamente y persisten durante muchos años en el ambiente, llegando a acumularse en los organismos y entrar en la cadena alimenticia.

En estudios realizados con animales, el furano se ha comportado como un tóxico que afecta el hígado y el riñón, y se considera como probable carcinógeno humano, de acuerdo con las evaluaciones realizadas por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer. Con el inicio de la recopilación de datos se pretende acabar con la diferencia, aunque pequeña, entre la posible exposición humana y las dosis con efectos carcinogénicos utilizadas en experimentación animal.

# Casos Nuevos de Enfermedades asociadas a la Calidad del Aire



Daños a la salud	No. de Casos en el mes de Enero 2024
Asma	252
Conjuntivitis	1,363
Infección respiratoria aguda	39,307
Otitis media aguda	189
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	21*
Enfermedad cerebrovascular	97
Enfermedad isquémica del corazón	71

\* Fuente: Dirección General de Epidemiología. SUAVE Canal Endémico. Consultado el 12 de febrero del 2024. Disponible en [https://www.sinave.gob.mx/SUAVE/DirApp/Reportes/Canal\\_Endemico.aspx](https://www.sinave.gob.mx/SUAVE/DirApp/Reportes/Canal_Endemico.aspx)

## Daños a la Salud

En el Valle de Toluca durante el mes de enero del año 2024, se estima que la contaminación del aire ocasionó los siguientes daños a la salud:

- Se exacerbaron los síntomas del asma y de la conjuntivitis en 252 y 1,363 personas, respectivamente.
- El tres por ciento de las personas que padecieron una Infección Respiratoria Aguda (IRA), en esta ocasión 1,179 personas, se puede atribuir a la contaminación del aire.
- Durante el mes de enero del 2024, 189 personas padecieron de otitis media aguda, por su probable exposición a altos niveles de contaminación del aire.
- En el mes de enero del 2024, se identificaron 21\* personas con EPOC, un porcentaje de ellas podrían estar relacionadas al humo del tabaco y otro más a la contaminación ambiental.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes por la OMS para la Enfermedad Cerebrovascular se podría decir que 24 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes por la OMS para la Enfermedad Isquémica del Corazón se podría decir que 18 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.

# Normatividad Ambiental



NOM-166-SEMARNAT-2014, Control de emisiones atmosféricas en la fundición secundaria de plomo y NOM-098-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes.

En el monitoreo de la calidad del aire se emplean dos tipos de normas: las NOM de salud ambiental que establecen los límites permisibles para los contaminantes criterio y las NOM técnicas que definen los métodos de medición de dichos contaminantes.

En nuestro país, la Secretaría de Salud es la dependencia responsable de evaluar la evidencia de los impactos de la contaminación atmosférica en la salud y de establecer los límites permisibles de concentración de los contaminantes en la atmósfera; además de promover la participación multisectorial para la prevención de la exposición a la contaminación atmosférica, y de elaborar y aplicar políticas y programas encaminados a reducir la contaminación del aire y mejorar la salud general.

La Norma Oficial Mexicana NOM-166-SEMARNAT-2014, Control de emisiones atmosféricas en la fundición secundaria de plomo; tiene como objetivo, establecer los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de plomo, hidrocarburos totales, óxidos de nitrógeno y dioxinas y furanos, provenientes de los procesos de fundición secundaria de plomo, incluyendo los métodos de prueba correspondientes, así como las especificaciones de operación.

Los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de Furanos, aplicables a la fundición secundaria de plomo en fuentes fijas existentes y en fuentes fijas nuevas de acuerdo a la norma en cuestión, son los siguientes:

## Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera, aplicables a la fundición secundaria de plomo en fuentes fijas existentes

CONTAMINANTE	A la entrada en vigor (marzo de 2015)	A partir de cuatro años (2019)	A partir de ocho años (2023)	Frecuencia de medición
	<b>LMP</b> (Límites Máximos Permisibles)			
Furanos <sup>d, e</sup>	0.5 ng/m <sup>3</sup>	0.5 ng/m <sup>3</sup>	0.2 ng/m <sup>3</sup>	1 vez al año

<sup>d</sup> Los límites máximos permisibles para dioxinas y furanos sólo aplican para hornos distintos a los rotatorios.

<sup>e</sup> Las Dioxinas y Furanos a reportar son en nanogramos de equivalente tóxico por metro cúbico (ng/m<sup>3</sup>),

## Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera, aplicables a la fundición secundaria de plomo en fuentes fijas nuevas

CONTAMINANTE	LMP	Frecuencia de medición
Furanos <sup>d, e</sup>	0.2 ng/m <sup>3</sup>	1 vez al año

<sup>d</sup> Los límites máximos permisibles para dioxinas y furanos sólo aplican para hornos distintos a los rotatorios.

<sup>e</sup> Las Dioxinas y Furanos a reportar son en nanogramos de equivalente tóxico por metro cúbico (ng/m<sup>3</sup>)

A su vez, la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes; regula los límites máximos permisibles de emisiones (Furanos, entre otros) para instalaciones de incineración de residuos de la siguiente manera:

## Límites máximos permisibles de emisiones para instalaciones de incineración de residuos

Contaminante	Límite de emisión	Frecuencia de medición	Norma que aplica o método
Dioxinas y Furanos EQT (ng/m <sup>3</sup> ) Instalaciones de incineración nuevas	0.2	ANUAL	Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas de alta resolución
Dioxinas y Furanos EQT (ng/m <sup>3</sup> ) Instalaciones de incineración existentes antes de la publicación de esta NOM.	0.5	ANUAL	Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas de baja resolución

EQT: Concentración de Equivalentes Tóxicos

# Recomendaciones

## Furanos

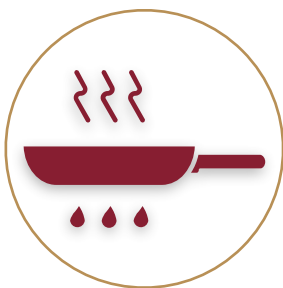


Los furanos son una familia de productos químicos complejos que contienen una sustancia denominada clorina. Son sustancias tóxicas a niveles muy bajos, siendo el tetracloro-dibenzo-p-dioxin 2.3.7.8 (2,3,7,8-TCDD), el más nocivo de todos. Químicamente son compuestos sólidos y cristalinos, virtualmente insolubles en agua, pero fácilmente solubles en disolventes orgánicos, grasas y aceites.

No se conoce ningún uso para estas sustancias químicas. Aparte de para fines de investigación, la industria no las produce deliberadamente. La mayoría de los clorodibenzofuranos (CDF) se producen en cantidades pequeñas como subproductos no deseados durante la elaboración de otras sustancias químicas. En el medio ambiente se pueden encontrar en el aire, la tierra y los sedimentos. En el aire están unidos a partículas o existen como vapores. La nieve o lluvia pueden eliminarlos del aire. Los CDF pueden permanecer en el cuerpo por mucho tiempo luego de estar expuesto. Los furanos se concentran en algunos alimentos, especialmente productos lácteos, carnes, pescados y mariscos; sus concentraciones son muy bajas en las plantas, el agua y el aire.

Por ello, se RECOMIENDA:

- Evita la incineración y combustión de basura y de otros residuos sólidos, tales como medicamentos y elementos peligrosos, ni exponerse a inhalar el humo que deriva de estas quemaduras o de las que se generan en procesos metalúrgicos, como la producción de acero a alta temperatura, recuperación de metales en altos hornos, combustión de carbón, madera, productos petrolíferos y neumáticos usados.
- Evita la exposición al aire proveniente de vertederos de desechos peligrosos o de plantas incineradoras.
- Considera que al asar, freír u hornear pescados, carnes u otros alimentos posiblemente contaminados con PCBs (Bifenilos Policlorados), parte de ellos puede convertirse en furanos, aún más tóxicos, que podrían volatilizarse en el aire y pasar al interior de la vivienda.
- Reduce la cantidad de leña que se quema en asadores, cocinas y chimeneas.
- Procura el uso de botas o calzado adecuado, si estarás en contacto con barro y sedimentos del lecho y las riberas de ríos y arroyos.
- No fertilices huertas o jardines con barro, tierra de resaca o similares de origen desconocido.
- Evita transitar o construir viviendas en viejas zonas industriales, vertederos de residuos o lugares donde hubo transformadores instalados.
- Evita que las y los niños lleven a la boca manos y juguetes que estuvieron en contacto con la tierra, o que coman tierra.
- Sigue recomendaciones cuando la calidad del aire se agrava por PM ya que la gran estabilidad química y el intenso carácter lipófilo de los furanos, facilitan su acumulación en suelos, sedimentos y materia orgánica; lo que tiende a facilitar su diseminación a través del polvo.



#### FUENTE:

- AGENCIA Catalana de Seguridad Alimentaria. Las dioxinas y los PCB similares a las dioxinas. Consultado 11/enero/2024. <https://acsa.gencat.cat/es/actualitat/bulletins/acsa-brief/dioxines/index.html#:~:text=En%20general%2C%20los%20niveles%20de,estas%20sustancias%20en%20este%20medio>
- OMS. Las dioxinas y sus efectos en la salud humana. 29 de noviembre de 2023. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>
- TSI LIFE SCIENCE. Dioxinas y sus efectos en el medio ambiente y la salud humana. <https://tecnosolucionescr.net/blog/74-dioxinas-y-sus-efectos-en-el-medio-ambiente-y-la-salud-humana>
- AGENCIA PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES. (ATSDR). ToxFAQs™ - Dibenzo-p-dioxinas policloradas (DDPCs) (Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins [CDDs]). [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts104.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts104.html)