

Monterrey, N.L. México, a 24 de octubre de 2018

ING. NICOLÁS REHERMANN
LK SUR SA

Estimado Ing. Rehermann:

Me refiero a los comentarios de DINAMA sobre el reporte de la modelación de contaminantes provenientes de locomotoras en el tramo Montevideo-Progreso en el que se tomó en cuenta las emisiones de las locomotoras de carga solamente. Al respecto de lo anterior, me permito dar respuesta a las observaciones de DINAMA a continuación:

1. *"Si se asume que las emisiones son nulas en las secciones cubiertas de las trincheras, ello implica que habría previsión de instalar un dispositivo de control de emisiones en ese tramo, de manera de que la emisión en los extremos de la zona tapada sea nula. En caso contrario la simulación realizada estaría subestimando la emisión y por lo tanto los efectos ambientales que esta produce, si este es el caso, se deberá realizar la simulación de las zonas de trincheras cubiertas nuevamente. Se solicita la correspondiente aclaración de este punto, con el aporte de información sobre descripción u especificaciones de los equipos que se previene instalar, en uno de los casos, o con el ajuste de la modelación efectuada para salvar la subestimación en la que se hubiera incurrido, en el otro caso."*

R: La simulación se realizó suponiendo que no había emisiones en el tramo cubierto de la trinchera Montevideo-Capurro debido a que no se tuvo ninguna observación al respecto de que se instalaría equipo de control.

Lo más factible es suponer que se instalará equipo que extraiga las emisiones de las locomotoras en estos tramos cubiertos con el fin de evitar la acumulación excesiva de estos gases. A pesar de que no habrá usuarios del servicio transitando en este tramo cubierto, es de suponer que se deberá mantener una atmósfera apropiada para el caso en que el personal tenga que realizar algún trabajo, ya sea de reparación o de mantenimiento.

En base a lo anterior, supondremos que se instalarán tres extractores a lo largo del tramo cubierto que van a renovar el aire del túnel cada cierto tiempo. Estos

extractores serán considerados como fuentes puntuales y emitirán, entre los tres, contaminantes en una cantidad igual a la que generará la locomotora en esa distancia.

En México, la norma NOM-001-STPS-1999¹ recomienda que para lugares de trabajo el aire sea renovado no menos de 5 veces cada hora. La distancia cubierta de la trinchera es igual a 280 m. Como el volumen en el interior es aproximadamente de 6 m x 6m x 280 m, el volumen de aire a renovar es de 5 veces 6x6x280 m³ (=10,080 m³)

O sea, se tienen que renovar 10,080 m³ 5 veces en una hora, el equivalente a extraer 50,400 m³ por hora. Si este volumen se va a repartir en tres extractores, entonces cada extractor deberá manejar 16,800 m³ por hora o 4.66 m³/segundo. Como los extractores pueden tener 1 m de diámetro, tomaremos ese valor para el diámetro de la fuente y su altura como de 1.8 m.

De acuerdo con el número de recorridos y la potencia de la locomotora, las emisiones de los contaminantes son como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: Cálculo de las emisiones de las locomotoras de carga

CÁLCULOS DE EMISIONES					
Tren de carga	PM	NOx	CO	HC	UNIDADES
Datos de Emisión (USEPA) =	0.015	1.00	1.28	0.04	g/bHP-Hr
Potencia de la máquina (Dato del cliente)=	3300	3300	3300	3300	HP
Emisión (USEPA x Potencia) =	49.5	3300	4224	132	g/Hr
Recorrido (longitud de la trinchera) =	0.28	0.28	0.28	0.28	Km
Velocidad promedio (Dato del cliente)=	60	60	60	60	Km/Hr
Tiempo del recorrido (solo ida) =	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	Hr/Recorrido
Emisión total, solo ida (Tiempo x Emisión) =	0.231	15.4	19.712	0.616	g/recorrido
Emisión total en un día (30 recorridos/día) =	6.93	462	591.36	18.48	g/día
Emisión por hora (Emisión en un día/24 Hs) =	0.28875	19.25	24.64	0.77	g/Hr
Emisión por segundo (Emisión por hora÷3600) =	0.0001	0.0053	0.0068	0.0002	g/s

¹ NOM-001-STPS-1999 Relativa a las Condiciones de Higiene y Seguridad en la Áreas de Trabajo, [Secretaría del Trabajo y Previsión Social](#)

El modelo de dispersión se corrió incluyendo estas emisiones a las consideradas anteriormente para el tramo correspondiente, como se muestra en la siguiente imagen:

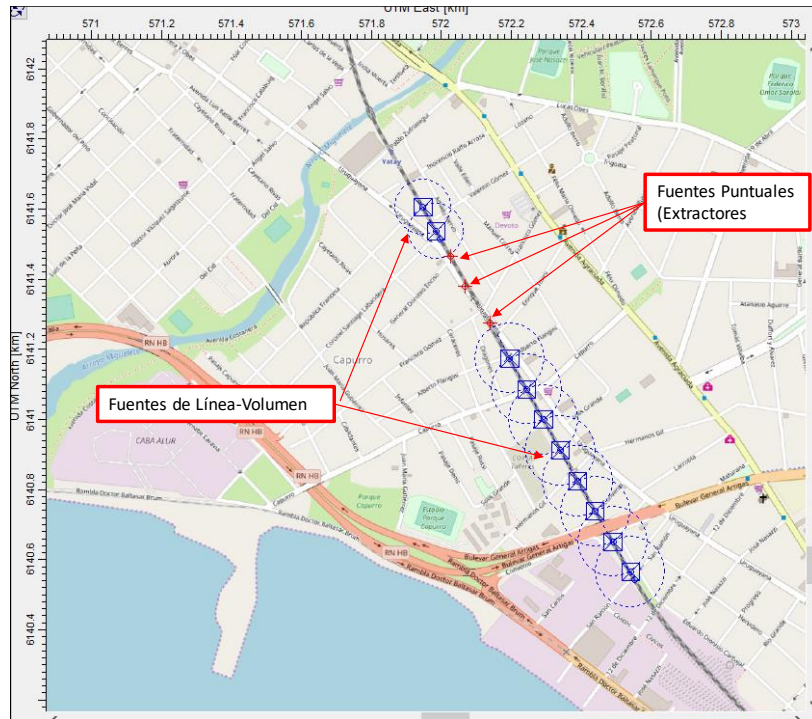


Figura 1: Ubicación de extractores

RESULTADOS:

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos de esta nueva modelación comparando con las máximas concentraciones obtenidas anteriormente:

ÓXIDOS DE NITRÓGENO:

Tabla 2: Concentraciones de NO₂ promedio de 1 Hr

1ER TRAMO, SECCIÓN	ESTÁNDAR DEL GRUPO GESTA AIRE, µg/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE NO ₂ EN ESTE TRAMO, PROMEDIO DE 1 Hr µg/m ³	
		SIN EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO	CON EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO
3	200	18.636	42.963

Esta concentración obtenida es el valor más alto en todo el recorrido = 42.96 ug/m³

Tabla 3: Concentraciones de NO₂ promedio anual

1ER TRAMO, SECCIÓN	ESTÁNDAR DEL GRUPO GESTA AIRE, µg/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE NO ₂ EN ESTE TRAMO, PROMEDIO ANUAL µg/m ³	
		SIN EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO	CON EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO
3	40	1.76	2.89

PARTÍCULAS PM₁₀:

Tabla 4: Concentraciones de PM10 promedio de 24 Hs

1ER TRAMO, SECCIÓN	ESTÁNDAR DEL GRUPO GESTA AIRE, µg/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE PM ₁₀ EN ESTE TRAMO, PROMEDIO DE 24 Hs µg/m ³	
		SIN EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO	CON EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO
3	100	0.0605	0.532

Tabla 5: Concentraciones de PM10 promedio anual

1ER TRAMO, SECCIÓN	ESTÁNDAR DEL GRUPO GESTA AIRE, µg/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE PM ₁₀ EN ESTE TRAMO, PROMEDIO ANUAL µg/m ³	
		SIN EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO	CON EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO
3	50	0.022	0.054

MONÓXIDO DE CARBONO:

Tabla 6: Concentraciones de CO promedio de 8 Hs

1ER TRAMO, SECCIÓN	ESTÁNDAR DEL GRUPO GESTA AIRE, µg/m ³	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE CO EN ESTE TRAMO, PROMEDIO DE 8 Hs µg/m ³	
		SIN EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO	CON EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO
3	10,000	10.451	48.56

Tabla 7: Concentraciones de CO promedio de 1 Hr

1ER TRAMO, SECCIÓN	ESTÁNDAR DEL GRUPO GESTA AIRE, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE CO EN ESTE TRAMO, PROMEDIO DE 1 Hr $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		SIN EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO	CON EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO
3	30,000	46.4	55.121

HIDROCARBUROS:

Tabla 8: Concentraciones de Hidrocarburos, promedio de 24 Hs

1ER TRAMO, SECCIÓN	ESTÁNDAR DE REFERENCIA, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE HC EN ESTE TRAMO, PROMEDIO DE 24 Hs $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		SIN EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO	CON EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO
3	NO DISPONIBLE	0.1817	1.07

1ER TRAMO, SECCIÓN	ESTÁNDAR DE REFERENCIA, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE HC EN ESTE TRAMO, PROMEDIO ANUAL $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		SIN EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO	CON EMISIONES DEL TRAMO CUBIERTO
3	NO DISPONIBLE	0.068	0.1086

OBSERVACIONES

1. Como era de esperar, las concentraciones de los contaminantes en este tramo se incrementan cuando se consideran las emisiones del tramo cubierto de la trinchera.
2. La renovación del aire en el túnel a razón de 5 veces en una hora representa un escenario extremo ya que es una recomendación para áreas de trabajo que no es el caso del túnel.
3. Las concentraciones de los contaminantes en este tramo y sección se encuentran por debajo de los estándares de referencia

CONCLUSIÓN:

El incluir las emisiones del tramo cubierto incrementa las concentraciones de todos los contaminantes, pero aun así estas concentraciones se encuentran por debajo del estándar de referencia

2. *"Por otra parte, en cuanto al esquema empleado para representar la fuente de emisión de las locomotoras en las simulaciones numéricas, como fuente lineal compuesta por una serie de fuentes de volumen, corresponde observar lo siguiente: En el documento 'Modelo de Emisiones Atmosféricas' se indica que se seleccionaron arbitrariamente las dimensiones de cada fuente de volumen en base a la distancia recorrida por el tren en 3 segundos. La dimensión de la fuente volumétrica tiene 50 m de longitud (W), 2 m de altura y un ancho igual al ancho del tren más 1 m; esto implica 20 volúmenes por cada kilómetro recorrido. No obstante, más adelante en el documento, se indica que las fuentes de volumen se distribuyen a una distancia estándar regulatoria de acuerdo con la USEPA que es de dos veces el ancho de cada fuente de volumen. Además, en la Figura 5 se aprecia que W es 50 m, por lo que 2W equivale a 100 m; y las fuentes volumétricas en la figura están representadas como cuadrados de 50 x 50 m.*

El 'USER Guide for AMS/EPA Regulatory Model', citado en el estudio de emisiones al aire presentado, en su página 3-81 hace referencia a la sección 1.2.2 del 'ISC Model User's Guide Vol II (EPA)' para obtener información técnica sobre cómo modelar una fuente de línea con múltiples fuentes de volumen. En dicha sección se

establece que las dimensiones norte-sur y este-oeste de cada volumen simulado deben ser las mismas. En el caso de una fuente de línea larga y estrecha, como sería el caso de una fuente ferroviaria puede no ser práctico dividir la fuente en una cantidad de fuentes de la dimensión del ancho y por ello reconoce que se puede obtener una representación aproximada fijando una menor cantidad de fuentes de volumen a intervalos iguales a lo largo de fuente de línea distanciándolas cada dos veces el ancho.

A partir de los presentado, no queda claro las dimensiones y distancias entre fuentes volumétricas. Primero se establece como ancho de la pluma el ancho del tren más 1 m y que la cantidad de fuentes volumétricas a simular por kilómetro es de 20. Pero luego se toma como ancho de cada fuente volumétrica su largo (50 m) y la distancia entre fuentes volumétricas de 100m por lo que existirían 10 fuentes volumétricas por kilómetro recorrido y no 20. Si se considera las dimensiones presentadas, las fuentes volumétricas no tendrían las mismas dimensiones norte-sur y este-oeste como recomienda la metodología y la separación entre fuente sería mayor que la recomendada por la US EPA.

Considerando la importancia que la representación adecuada de la emisión del proyecto tiene para la confiabilidad de los resultados de inmisión obtenidos, se solicita aclarar cual han sido las dimensiones de la fuente volumétrica y la separación entre fuentes adoptadas para representar la emisión lineal, así como justificar porqué no se habrían seguido las recomendaciones que plantea la bibliografía citada de la USEPA en tal sentido”

R:

Efectivamente la bibliografía citada establece que para representar una fuente de línea se puede recurrir a una serie de fuentes de volumen con la misma dimensión norte-sur y este-oeste, pero la misma referencia menciona “*En el caso de una fuente de línea larga y estrecha, como una línea ferroviaria, puede no ser práctico dividir la fuente en N fuentes de volumen, donde N está dada por la longitud de la línea fuente, dividida por su anchura.*” (Pág 1-47 del “USER’S GUIDE FOR THE INDUSTRIAL SOURCE COMPLEX (ISC3) DISPERSION MODELS VOLUME II - DESCRIPTION OF MODEL ALGORITHMS, EPA-454/B-95-003b”)

Esta parte del texto justifica el por qué no se tomaron 20 fuentes de volumen por kilómetro

El documento continúa diciendo: *"El usuario puede obtener una representación aproximada de la fuente de línea colocando un menor número de fuentes de volumen a intervalos iguales a lo largo de la fuente de línea, como se muestra en la Figura 1-8. ...en estos casos, las concentraciones obtenidas usando un número de fuentes de volumen menor a N (donde $N = longitud/W$), convergen a las concentraciones obtenidas cuando se usan N fuentes de volumen, siempre que se usen suficientes fuentes de volumen como para preservar la geometría de la fuente de línea"*

Esencialmente, esta parte nos dice que podemos usar un menor número de fuentes de volumen (siempre que se represente adecuadamente la fuente de línea) dado que las concentraciones que se obtienen tienden a ser iguales a las obtenidas cuando se usa un número N de fuentes. Se procura usar un número de fuentes de volumen menor a N para no incrementar excesivamente el tiempo de corrida del modelo.

Ahora bien, la interfaz utilizada está diseñada para calcular el número de fuentes de volumen equivalentes para cada longitud seleccionada obteniendo el número de fuentes que corresponde a la longitud del recorrido; si se toma cada fuente de volumen con dimensiones de 7 x 7 m:

Active Source ID: SRC_4

Type: LINE-VOLUME

Description (Optional):

LINE-VOLUME Source Parameters

Length of Side [m]: 7.0

Volume Distribution: Separated 2W

Vertical Dimension [m]: 2.0

Total Line Length [m]: 811.1

Volume Sources: 58

Source ID Prefix (optional): T1_3A

LINE-VOLUME Source Nodes

#	X Coord [m]	Y Coord [m]	Base Elevation [m]	Release Height [m]
1	572552.86	6140543.25	15.06	1.0
2	572362.55	6140871.38	17.26	1.0
3	572202.86	6141160.14	15.99	1.0
4	572154.73	6141249.82	14.42	1.0

Dimensiones

Dimensión vertical

Longitud de la fuente de línea

No de fuentes de volumen

Como puede verse, el número de fuentes de volumen es de 58 en un tramo de 811.1 m, un número excesivamente alto dada la resolución de los receptores (un receptor cada 25 m) solicitada por DINAMA.

Por lo anterior, para realizar los cálculos en tiempos aceptables, se tomaron los volúmenes individuales como de 50 x 50 m, aunque esto no coincide con criterio de que el ancho de la fuente individual sea de "Ancho del tren + 1 m". De este modo el tiempo de computación se redujo a 68 Hs por tramo y no a 1.5 semanas por tramo.

De modo que, al tomar las dimensiones de 50 m, el número de fuentes de volumen se reduce a 8 para el tramo en cuestión:

The screenshot shows a software interface with a map on the left and a configuration window on the right. The map displays a city grid with a blue line representing a source along a road. The configuration window is titled 'LINE-VOLUME Source Parameters' and includes the following details:

- Active:
- Source ID: SRC_4
- Type: LINE-VOLUME
- Description (Optional):
- LINE-VOLUME Source Parameters:
 - Length of Side [m]: 50.0
 - Volume Distribution: Separated 2W
 - Vertical Dimension [m]: 2.0
 - Total Line Length [m]: 811.1
 - # Volume Sources: 8 (highlighted in red)
 - Source ID Prefix (optional): T1_3A
- LINE-VOLUME Source Nodes table:

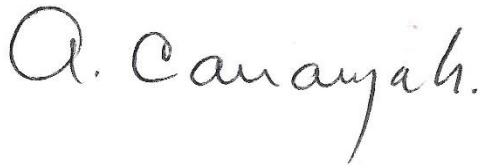
#	X Coord [m]	Y Coord [m]	Base Elevation [m]	Release Height [m]
1	572552.86	6140543.25	15.06	1.0
2	572362.55	6140871.38	17.26	1.0
3	572202.86	6141160.14	15.99	1.0
4	572154.73	6141249.82	14.42	1.0

La única justificación de este criterio es que, si estos grandes volúmenes arrojan resultados aceptables (concentraciones que cumplen con estándares), una fuente de volumen más pequeño deberá arrojar concentraciones menores.

En el caso de que este criterio sea inaceptable para DINAMA, se tomarán las fuentes individuales de 7 x 7 m pero en ese caso requerimos de 3 meses para presentar nuevos resultados.

Espero que estos comentarios respondan a sus dudas

A T E N T A M E N T E



ING. ANASTASIO CARRANZA GARCÍA