



INFORME FINAL DEL MONITOREO DE LA
CALIDAD DEL AIRE Y EXPOSICIÓN
PERSONAL EN LA POBLACION DE
PETACALCO, MUNICIPIO DE LA UNIÓN,
ESTADO DE GUERRERO

COORDINACIÓN GENERAL DE
CONTAMINACIÓN Y SALUD AMBIENTAL

JUNIO 2023



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



INECC

INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO

DIRECTORIO

Dr. Agustín Ávila Romero

Encargado de la Dirección General del INECC

I.Q. Luis Felipe Abreu García

Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

Dr. Rubén Zamora Alvarado

Director de Laboratorios del INECC

Dr. J. Abraham Ortínez Álvarez

Director de Economía sectorial

ELABORACIÓN

I.Q. Luis Felipe Abreu García

Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

Dr. Rubén Zamora Alvarado

Director de Laboratorios del INECC

Dr. J. Abraham Ortínez Álvarez

Director de Economía sectorial

Ing. Oscar Alfredo Fentanes Arriaga

Subdirector de Evaluación de Emisiones y Monitoreo
Atmosférico

Ing. Daniel Ordoñez Carmona

Jefe de Departamento de Sistemas de Monitoreo
Atmosférico

M en C Roberto Basaldud Cruz

Subdirector de Investigación de Exposición a la Contaminación

M en C Miguel Ángel Flores Román

Jefe de Departamento

REVISIÓN Y AUTORIZACIÓN

I.Q. Luis Felipe Abreu García

Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

Citar este informe como:

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2023, Informe final del “Monitoreo de la calidad del aire y exposición personal en la población de Petacalco, municipio de La Unión, Estado de Guerrero”. Pp. 25

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	5
1. ANTECEDENTES.....	6
2. OBJETIVO GENERAL	7
2.1. OBJETIVOS PARTICULARES.....	7
3. UBICACIÓN DEL SITIO DE MONITOREO.....	7
4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
5. ACTIVIDADES	9
6. PARÁMETROS Y NÚMERO DE MUESTRAS	10
7. EQUIPOS UTILIZADOS.....	11
8. RESULTADOS OBTENIDOS	12
8.1. SENSORES METEOROLÓGICOS.....	12
8.1.1. Temperatura y humedad relativa.....	12
8.1.2. Presión barométrica	12
8.1.3. Radiación solar	13
8.1.4. Dirección y velocidad de viento.....	14
8.2. OZONO.....	15
8.3. DIÓXIDO DE NITRÓGENO	17
8.4. DIOXIDO DE AZUFRE.....	17
8.5. MONÓXIDO DE CARBONO	19
8.6. PARTÍCULAS PM2.5	20
9. MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN	21
10. EXPOSICIÓN PERSONAL.....	22
11. CONCLUSIONES	23
12. BIBLIOGRAFÍA	24

RESUMEN EJECUTIVO

Durante los días de 19 de abril y hasta el 21 de mayo del año en curso, el INECC realizó una campaña de monitoreo de la calidad del aire, así como, la determinación de la exposición personal a PM_{2.5} en la población de Petacalco, Guerrero.

Durante estos días de medición se determinó, de acuerdo con las concentraciones promedio de los contaminantes considerados, que los habitantes de la comunidad de Petacalco Gro., se encuentran expuestos principalmente a concentraciones de dióxido de azufre en forma intermitente, con eventos con concentraciones que pueden llegar a superar la norma de salud “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”.

Es importante mencionar que el valor límite de SO₂, para una hora establecido en la NOM, se rebasó en al menos dos ocasiones y en otras tres ocasiones fueron picos altos que cercanos al límite máximo de 75 ppb. El SO₂ es un contaminante que se asocia a irritación e inflamación del sistema respiratorio, afecciones e insuficiencias pulmonares, alteración del metabolismo de las proteínas, dolor de cabeza o ansiedad.

También se determinó que la población se encuentra expuesta a episodios esporádicos de alta concentración de monóxido de carbono y partículas PM_{2.5} que requieren de una atención inmediata y acciones de política que mejoren ambientalmente los procesos productivos en beneficio de la población.

Durante la campaña también se evaluó la exposición personal a material particulado, con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), de la población que habita en la localidad de Petacalco, se determinó que los habitantes de la comunidad de Petacalco Gro., en promedio se encuentran expuestos a concentraciones de 85 µg/m³.

Es importante mencionar que dichas concentraciones —de acuerdo con los Valores Guía de protección para la salud de la OMS, de 5 µg/m³ a partir del cual se ha detectado asociación entre efectos cardiopulmonares y mortalidad por cáncer de pulmón— se ven rebasadas en más de ocho veces.

1. ANTECEDENTES

El complejo termoeléctrico Petacalco ha tenido impactos significativos en la salud de la población, la biodiversidad marina, la actividad pecuaria y la agricultura en el Noroeste del Estado de Guerrero^[1, 2 y 3]. Dicho complejo quema un promedio de 7 millones de toneladas de carbón por año y se le ha descrito como una de las centrales termoeléctricas más contaminantes del mundo. Sus emisiones anuales de dióxido de carbono (CO₂) y mercurio (Hg) son de más de 15 millones de toneladas y 711 toneladas, respectivamente, siendo las más altas de cualquier central eléctrica en México. Ostenta el segundo lugar a nivel nacional en emisiones anuales de óxido nitroso (228 toneladas) y metano (152 toneladas), el tercero en óxidos de nitrógeno (más de 24,000 toneladas) y el quinto en dióxido de azufre (152 toneladas). Su contaminación del aire y del agua han creado múltiples impactos a las comunidades circundantes, como el agotamiento de las pesquerías, la pérdida del hábitat de los manglares, altas concentraciones de cenizas de carbón y otras partículas que amenazan la salud de los residentes^[4]. La central Petacalco, junto con las centrales José López Portillo y Carbón II en el estado de Coahuila, generan el 22% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector eléctrico de México y aportan solo el 10% de la producción eléctrica nacional^[4, 5 y 6].

Los ciudadanos de la zona han organizado frecuentes protestas y reuniones con funcionarios del gobierno del estado de Guerrero para resaltar sus preocupaciones sobre los impactos ambientales y de salud de la central eléctrica de Petacalco, incluida la contaminación severa del aire y la contaminación de las pesquerías locales^[7, 8 y 9].

Con el objetivo de realizar un diagnóstico de los contaminantes atmosféricos en Petacalco, municipio de “La Unión”, estado de Guerrero, se implementó un protocolo para determinar las concentraciones de contaminantes criterio (ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y material particulado PM2.5) mediante un monitoreo de calidad del aire de la zona con la Unidad Móvil de Monitoreo de Calidad del Aire del INECC (UMMCA).

Como parte de este primer diagnóstico de acercamiento en la caracterización de contaminantes atmosféricos en la zona de la comunidad de Petacalco determinó las concentraciones de PM2.5 mientras se realizaron recorridos por las principales calles del poblado por donde transita la población.

La Central termoeléctrica Petacalco cuenta con siete generadores capaces de generar 2,778 mega watts de energía eléctrica. Para ello emplea un sistema de combustible dual. Las unidades 1 a 6 son capaces de funcionar con carbón o combustóleo; la séptima unidad se alimenta exclusivamente de carbón y quema un promedio de 7 millones de toneladas de carbón por año.

La Comunidad de Petacalco, presenta en un 95% las calles sin pavimentar por donde circula todo tipo de vehículos particulares y de maquinarias a diésel, se realizan prácticas de quema de biomasa a cielo abierto (quema de basura y hojarasca).

2. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de calidad del aire y exposición personal en la localidad de Petacalco, municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca, estado de Guerrero; como parte de una solicitud realizada por la población del lugar preocupada por las emisiones de contaminantes que emite la termoeléctrica “Plutarco Elías Calles” hacia la comunidad.

2.1. OBJETIVOS PARTICULARES

Los objetivos particulares del presente estudio son:

- Realizar un estudio de monitoreo de calidad del aire en la localidad de Petacalco, en el municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca, Guerrero, como parte de una solicitud realizada por la población del lugar preocupada por las emisiones de contaminantes que emite la termoeléctrica “Plutarco Elías Calles” hacia la comunidad.
- Evaluar la exposición personal a material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2.5 micrómetros (PM2.5) en la comunidad de Petacalco Guerrero, que contribuya a la identificación y aplicación de medidas orientadas a vigilar el aire ambiente de la región.

3. UBICACIÓN DEL SITIO DE MONITOREO

La localidad de Petacalco está situada en el Municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca, en el Estado de Guerrero. Tiene aproximadamente 3,459 habitantes en 2020 y es la segunda mayor población del municipio. Se encuentra a una altura de 16 metros del nivel del mar.

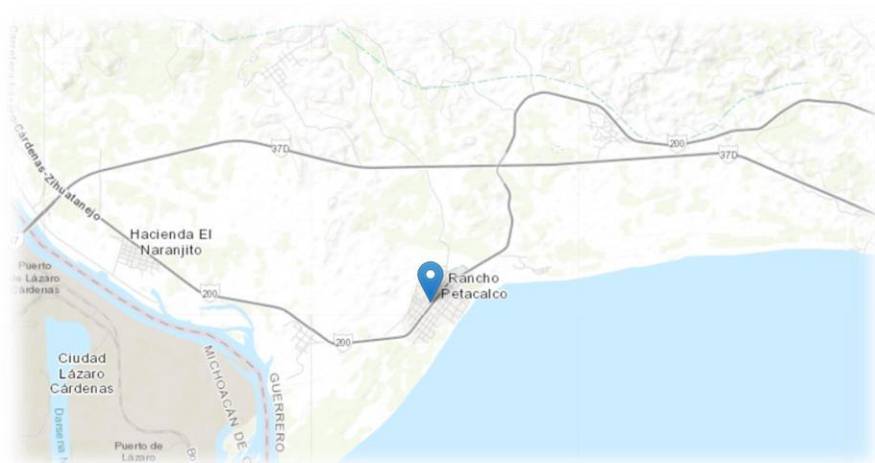


Figura 1 Ubicación de Petacalco, Guerrero

La Unidad Móvil de Monitoreo de Calidad del Aire (UMMCA) se ubicó en las instalaciones de la Comisaría Municipal de Petacalco por no existir otras instalaciones que cubrieran los requerimientos de energía eléctrica y seguridad.

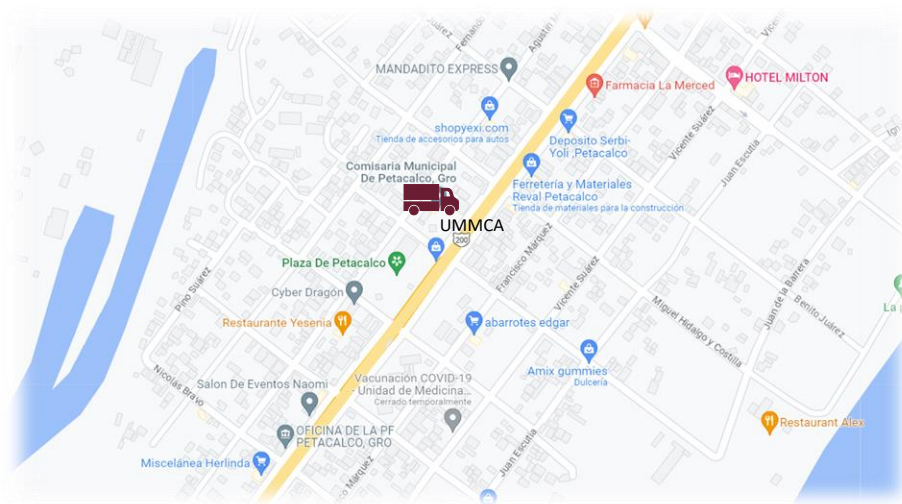


Figura 2 Ubicación de la UMMCA

Para la evaluación de la exposición personal a PM2.5 se realizaron recorridos por las principales calles y/o avenidas de la comunidad, conforme a la siguiente figura:



Figura 3 Ejemplo de los recorridos realizados para evaluar exposición personal

4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Petacalco es una bahía vasta y abierta ubicada sobre el Océano Pacífico, en el Estado de Guerrero. Se encuentra localizada en inmediaciones de la desembocadura del río Zacatula.

El sitio donde se ubicó la UMMCA está a unos 600 m al Noroeste de la termoeléctrica Plutarco Elías Calles. Entre las calles de Agustín Melgar y Gral. Hermenegildo Galeana, frente a la comisaría de Petacalco. El principal foco de contaminación es la Termoeléctrica, ya que no sólo la contaminación es en el aire, también suelo y agua.

5. ACTIVIDADES

Durante el periodo del 20 de abril al 21 de mayo de 2023, se realizó una campaña de monitoreo de calidad del aire con la UMMCA del INECC, mediante la cual se midieron los contaminantes criterio: CO (monóxido de carbono), O₃ (ozono), SO₂ (dióxido de azufre), NO₂ (dióxido de nitrógeno) y PM_{2.5} (material particulado con un diámetro menor a 2.5 micrómetros).



Figura 4 Orientación de la UMMCA con respecto a la Termoeléctrica

Durante el periodo mencionado, los equipos instalados en la unidad móvil de calidad del aire monitorearon las concentraciones de los contaminantes criterio mencionados, con la finalidad de cuantificar las concentraciones emanadas de las chimeneas de los generadores de energía.

Durante la campaña se realizó también la medición continua de las concentraciones de PM2.5 para la determinación de la exposición personal. Para ello se realizaron recorridos por las principales calles de la comunidad de Petacalco, tratando de cubrir la totalidad las zonas habitacionales, mientras se portaba un monitor y un GPS.

6. PARÁMETROS Y NÚMERO DE MUESTRAS

N	Nombre del Sitio	Matriz	Tipo de Muestreo	Análisis	Técnica	No. de Muestras
1	Petacalco	Aire	Monitoreo por medio de analizadores de gas criterio y monitores de partículas PM10 y PM2.5	De Ozono, Dióxido de Azufre, Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrógeno y monitoreo de concentración de partículas PM2.5	Ozono: fotometría de Luz Ultravioleta Dióxido de Azufre: Por Fluorescencia de luz ultravioleta Monóxido de Carbono: filtro de Correlación de gas de CO, radiación infrarroja Dióxido de Nitrógeno: Quimioluminiscencia. Monitoreo de concentración de partículas PM2.5: Por Atenuación de Radiación Beta	Promedios horarios de las concentraciones, promedios de 8 horas y promedios de 24 horas

N	Nombre del Sitio	Matriz	Tipo de Muestreo	Análisis	Técnica	No. de Muestras
2	Petacalco	Aire	Determinación de la exposición personal a PM _{2.5}	Determinación de las concentraciones de PM _{2.5}	fotómetro láser de dispersión de luz	Registro de concentraciones cada 10 segundos.

El monitoreo de la calidad del aire se realizó con la UMMCA del INECC, la cual se instaló del 20 de abril al 21 de mayo frente a la comisaría de Petacalco, Gro., donde se midieron los contaminantes criterio mencionados y las variables meteorológicas (temperatura, humedad relativa, radiación solar, presión barométrica, dirección y velocidad de viento). Todo esto para determinar sus concentraciones, así como su posible fuente de emisión.

En el caso de medición de las concentraciones de material particulado (PM_{2.5}) para la determinación de la exposición personal, se empleó un monitor portátil de aerosoles — DustTrack, modelo 8534, de la marca TSI — el cual es un fotómetro láser de dispersión de luz, determina la masa de aerosoles y la registra en tiempo real. El DustTrack opera en el rango de concentraciones de 0.001 a 150 mg/m³, a un flujo de flujo de 3 L/min.

Se realizaron calibraciones iniciales y una verificación al final de la campaña en los analizadores de gases para asegurar que las mediciones generadas fueran lo más precisos y confiables posibles. Asimismo, dichos datos se almacenaron en un sistema de adquisición que respalda la información generada por los analizadores.

Los datos obtenidos durante la campaña, por cada uno de los sensores meteorológicos y analizadores de gas criterio, así como de los monitores de partículas, fueron validados para generar el presente informe.

7. EQUIPOS UTILIZADOS

Los equipos que se utilizaron en la campaña son los descritos en la siguiente tabla:

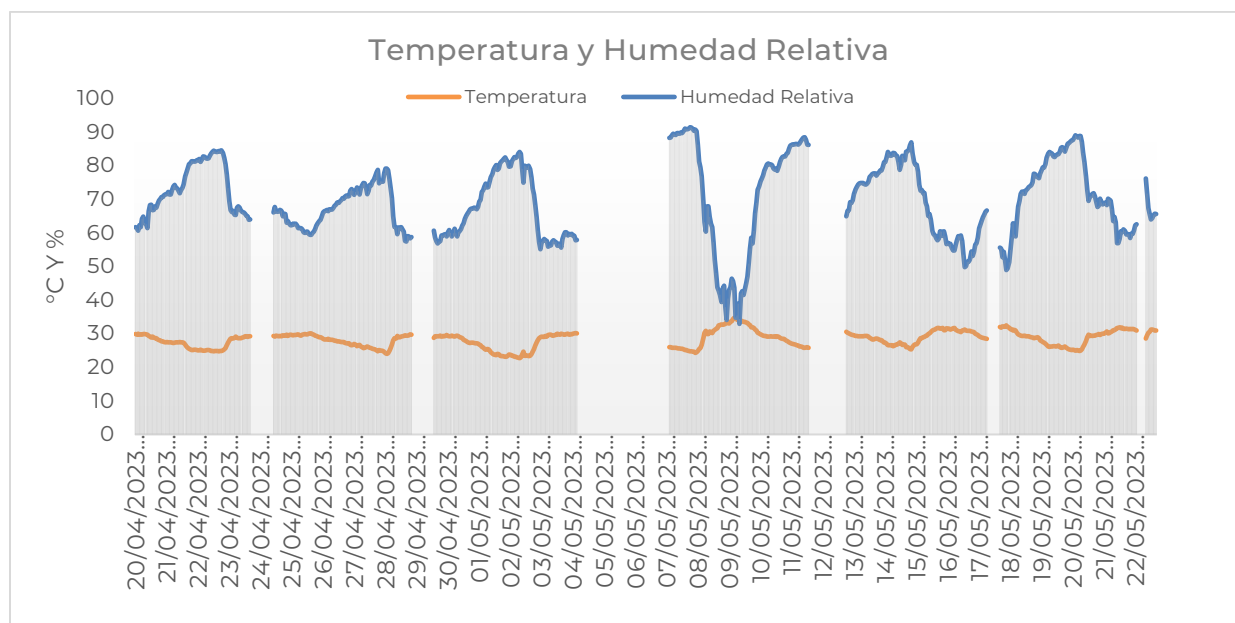
Nombre del Sitio	Actividad	Equipo de Muestreo
Petacalco	Monitoreo de Calidad del Aire	Analizador de Ozono, Analizador de dióxidos de nitrógeno, Analizador de Dióxido de Azufre, Analizador de Monóxido de Carbono, Monitor de Partículas de PM ₁₀ , Monitor de Partículas de PM _{2.5} , Analizador de Dióxido de Nitrógeno Directo
	Determinación de Exposición personal a PM _{2.5}	Monitor portátil de aerosoles

8. RESULTADOS OBTENIDOS

8.1. SENSORES METEOROLÓGICOS

8.1.1. Temperatura y humedad relativa

La temperatura en general fue constante durante el periodo de mediciones de la campaña, obteniendo un valor promedio de 28°C, con un mínimo de 20°C y un máximo de 34°C. La humedad relativa presentó un valor promedio de 69.6% HR, con un mínimo de 18% y un máximo de 91%. Los valores obtenidos se presentan en la siguiente gráfica.

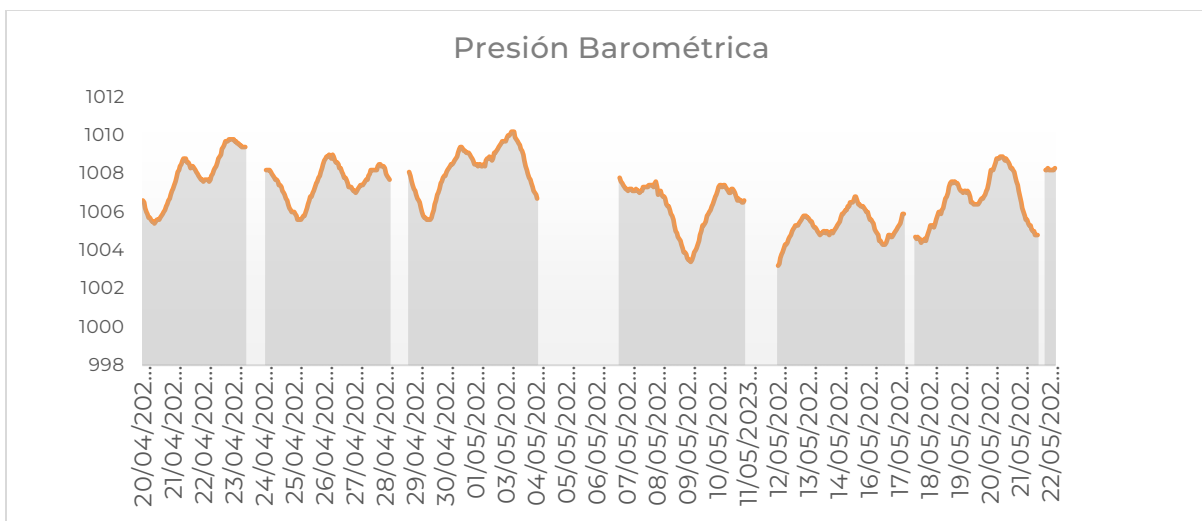


Gráfica 1 Temperatura y humedad relativa

Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

8.1.2. Presión barométrica

La presión barométrica presentó un valor promedio de 1006.5 mbar, con un mínimo de 1004 mbar y un máximo de 1010 mbar. Los valores obtenidos se presentan en la siguiente gráfica.

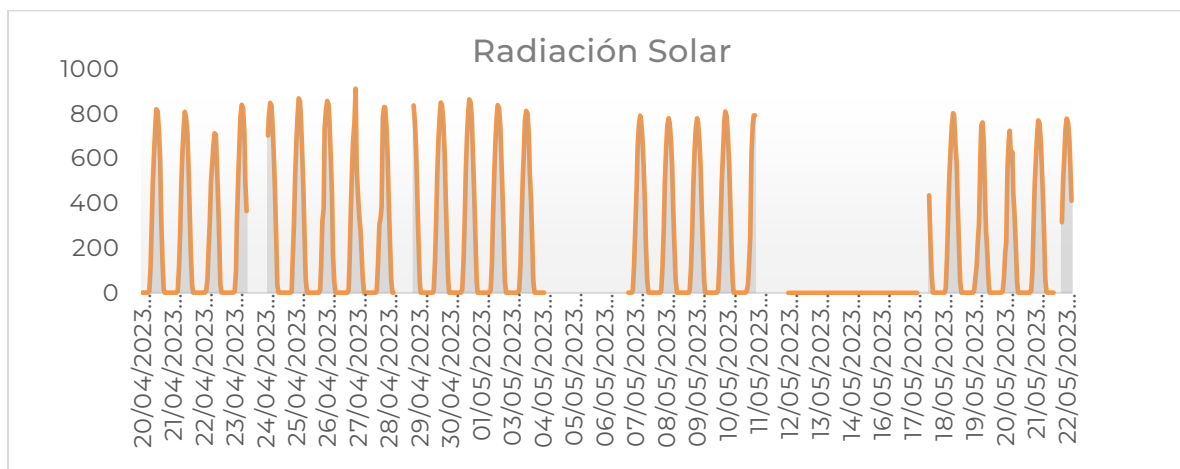


Gráfica 2 Presión barométrica (mbar)

Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

8.1.3. Radiación solar

La radiación solar presentó un comportamiento constante durante el periodo de mediciones de la campaña. Esto nos indica que se tuvieron condiciones estables de reactividad en la atmósfera para la formación de algunos contaminantes. Los valores obtenidos se presentan en la siguiente gráfica.

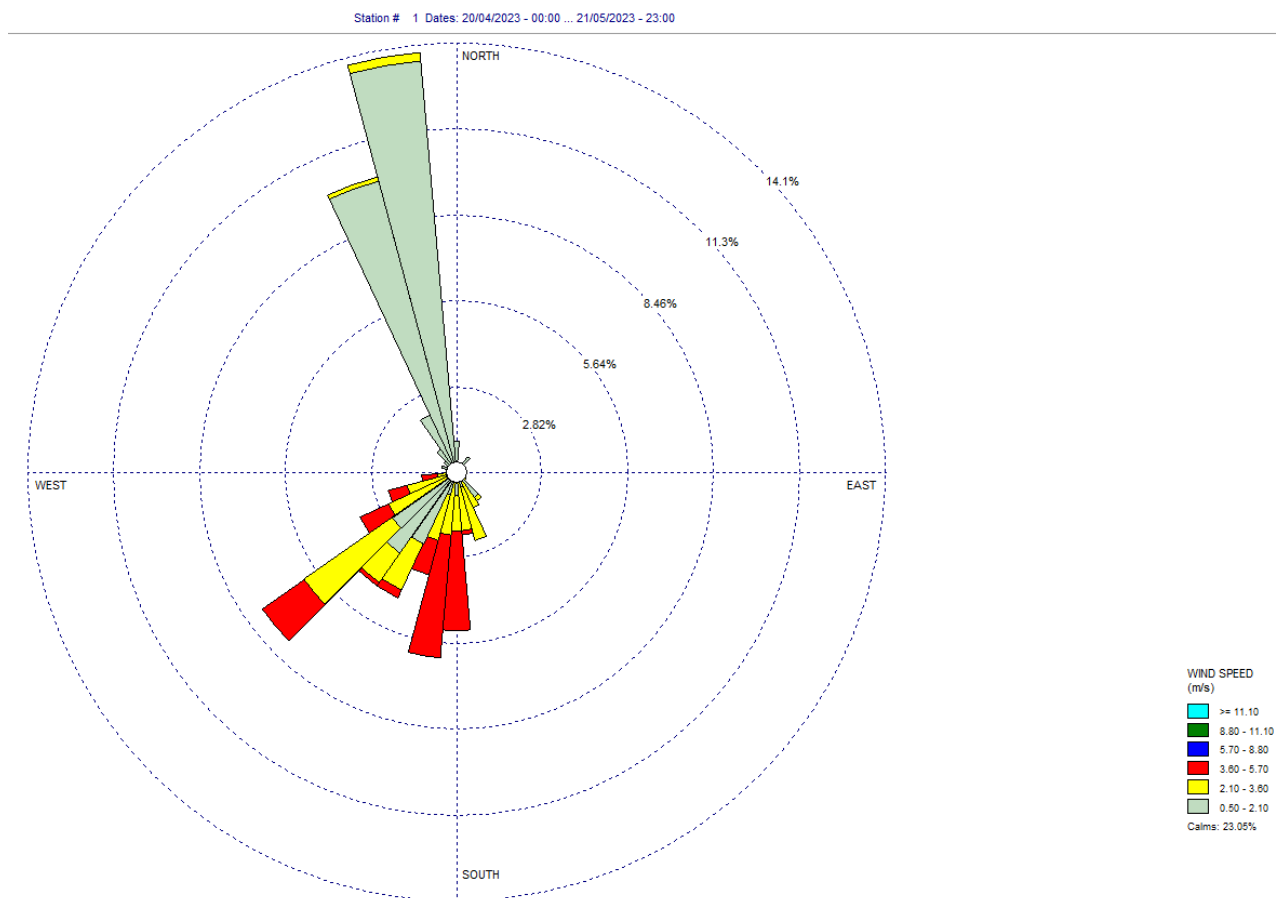


Gráfica 3 Radiación solar (W/m^2)

Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

8.1.4. Dirección y velocidad de viento

Los resultados de dirección y velocidad de viento se analizaron en conjunto para construir la gráfica siguiente:

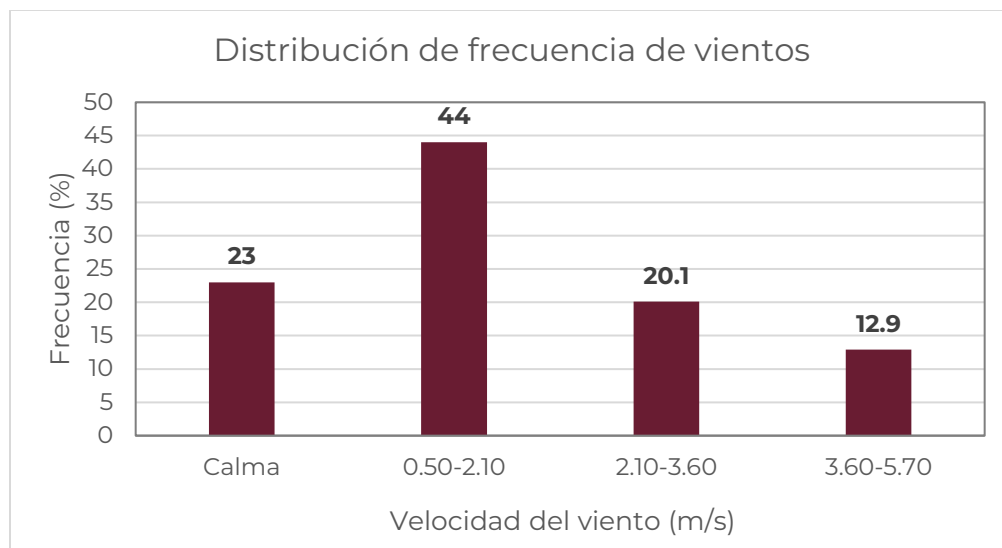


Gráfica 4 Dirección y velocidad de viento

Los resultados muestran que los vientos provienen con mayor frecuencia del noroeste con velocidades de 0.5 y 2.1 m/s y una ocurrencia del 14%, mientras que los vientos más fuertes tienen velocidades entre 2.1 y 5.7 m/s y frecuencia al 8.5% con dirección del sureste.

Los resultados nos indican que el sitio de muestreo no recibe la mayor carga de los contaminantes criterio que se midieron en la campaña, derivado de las condiciones estacionales del periodo de medición.

La frecuencia de ocurrencia de las velocidades de los vientos se presenta la siguiente gráfica:



Gráfica 5 Frecuencia de los vientos (m/s vs %)

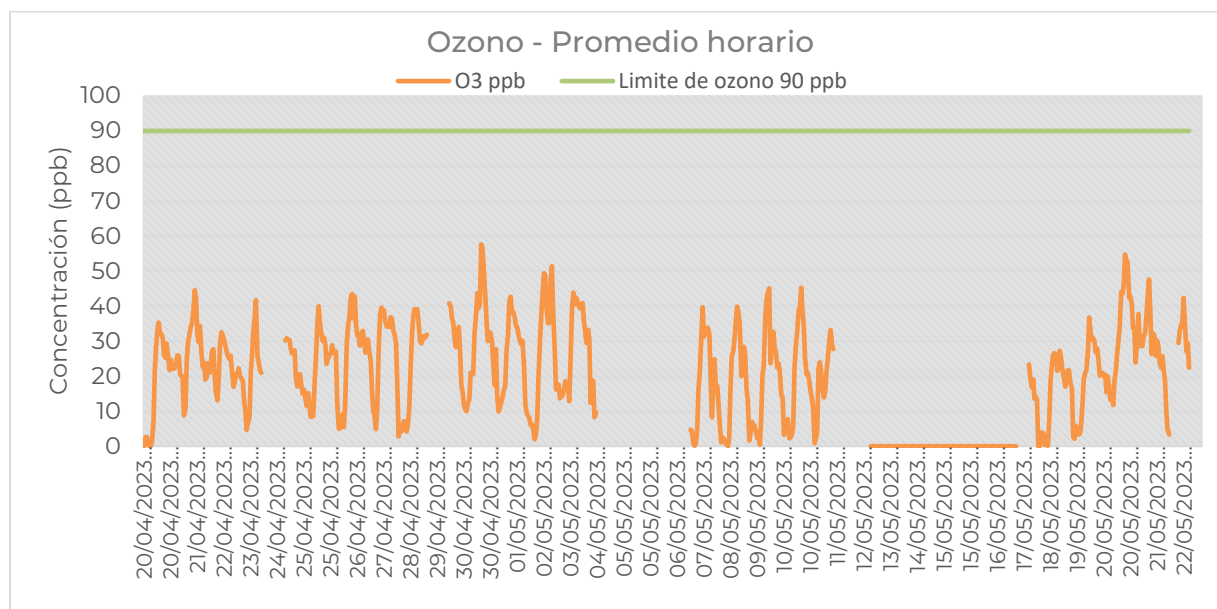
Esta gráfica nos muestra que la mayoría de los vientos son de velocidades entre 0.5 y 2.1 m/s y después vientos de calma con un 23%, y finalmente los vientos fuertes son los menos frecuentes, esto quiere decir que el transporte de los contaminantes es lento y favorece a permanecer en las cercanías a la termoeléctrica y los vientos fuertes ayudan a la dispersión en menor tiempo y a una distancia mayor.

Por consiguiente, de debe notar que el material particulado que sale de la termoeléctrica, así como el olor a los contaminantes permanece en unos pocos decenas o cientos de metros de la termoeléctrica.

8.2. OZONO

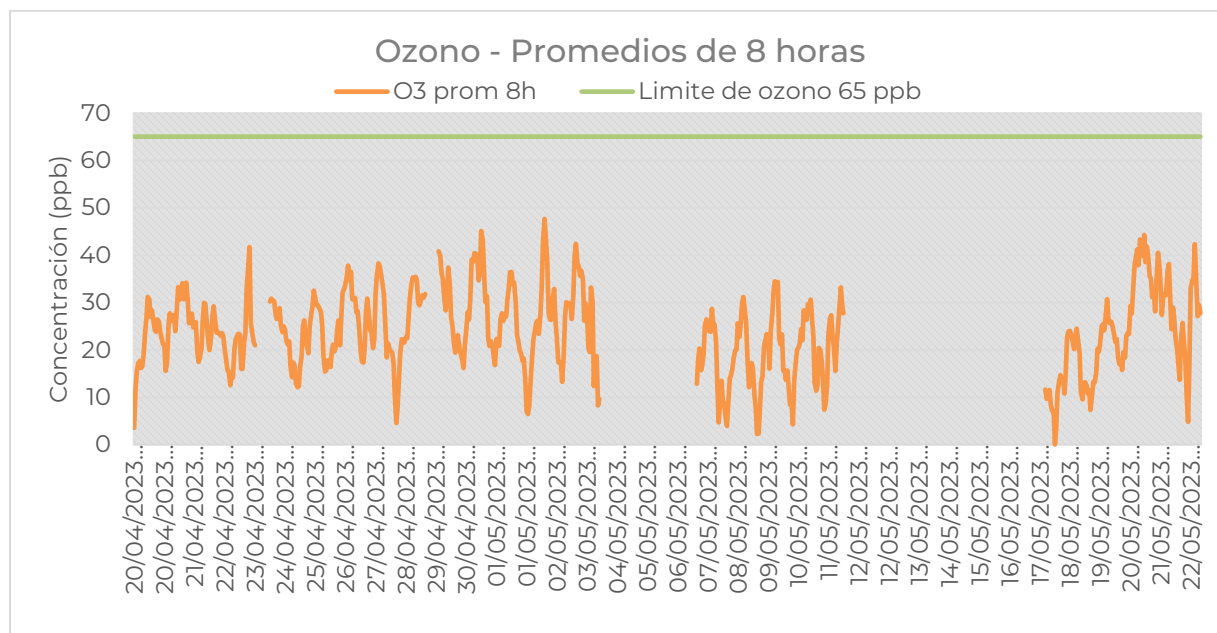
De acuerdo con lo establecido en la NOM-020-SSA1-2021 "Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población", publicada el 28 de octubre de 2021 y con valores límites vigentes para 2022 y 2023 de 90 ppb horario y 65 ppb en promedios de 8 horas, no se rebaso ninguno de los valores límite durante el periodo de medición de la campaña.

Lo anterior se puede observar en los siguientes gráficos, donde se presentó la máxima concentración en 57.6 ppb alrededor de las 14:00 horas, lo cual se explica por haber ocurrido en un horario de mayor radiación y, por ende, mayor reactividad atmosférica, presentando mayor formación de ozono.



Gráfica 6 Promedios horarios de ozono

Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.



Gráfica 7 Promedios de 8 horas de ozono

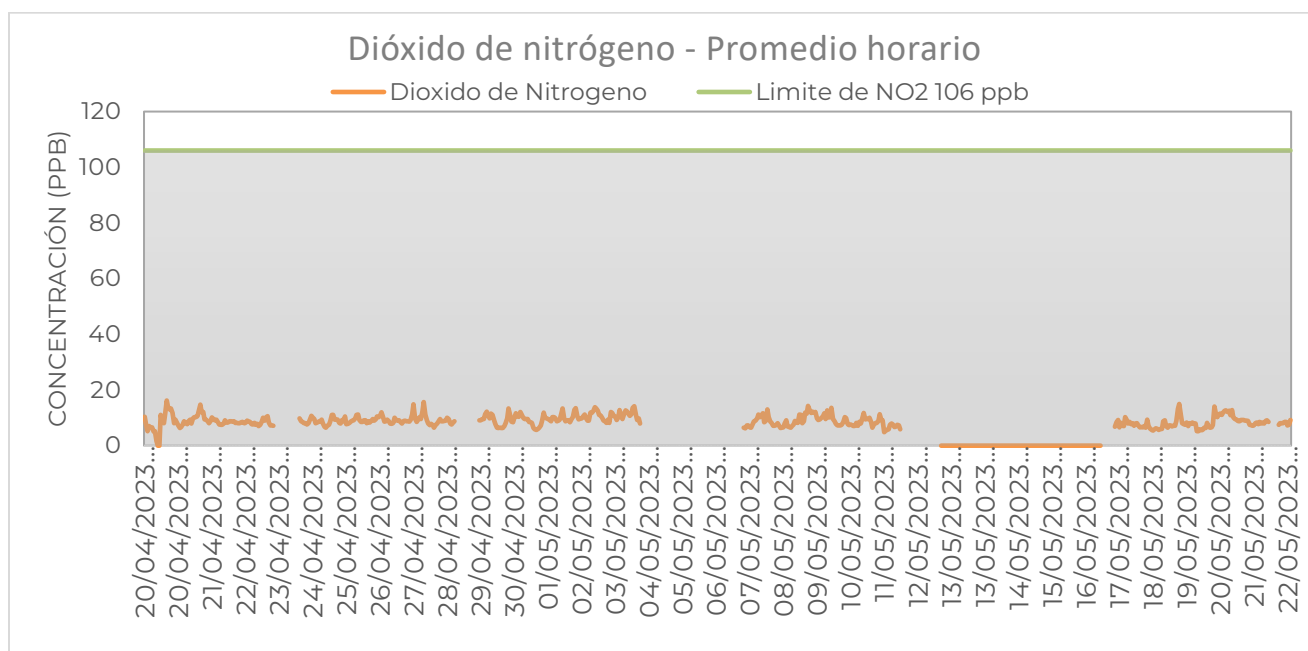
Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

Los gráficos anteriores nos indican que la presencia de precursores de ozono en la atmósfera, como los compuestos orgánicos volátiles, es baja. Por consiguiente, la formación de ozono se ve reducida, descartándolo como un factor de riesgo para la población.

8.3. DIÓXIDO DE NITRÓGENO

De acuerdo con lo establecido en la NOM-023-SSA1-2021 “Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población”, publicada el 27 de octubre de 2021 y con valor límite vigente a partir de 2022 de 106 ppb como promedio horario, no se rebaso durante el periodo de medición de la campaña.

Lo anterior se puede observar en el siguiente gráfico, donde las bajas concentraciones se explican por el bajo tránsito y parque vehicular, aun siendo el valor máximo determinado de 14 ppb.



Gráfica 8 Promedios horarios de NO_2

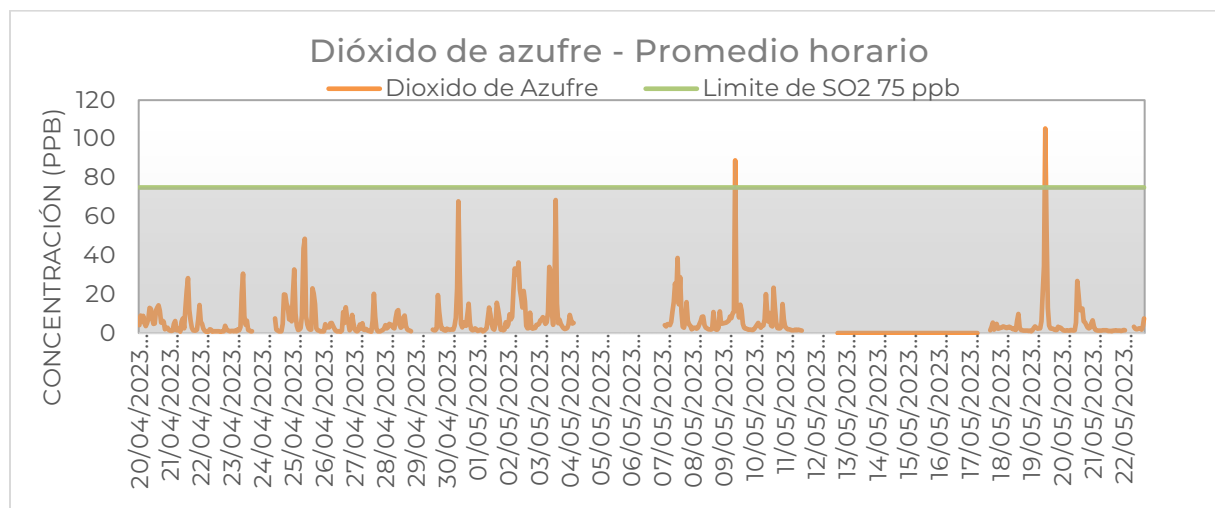
Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

8.4. DIOXIDO DE AZUFRE

De acuerdo con lo establecido en la NOM-022-SSA1-2019 “Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población”, publicada el 20 de agosto de 2019 y con valores límites vigentes para 2020 de 75 ppb horario y 40 ppb en promedios de 24 horas

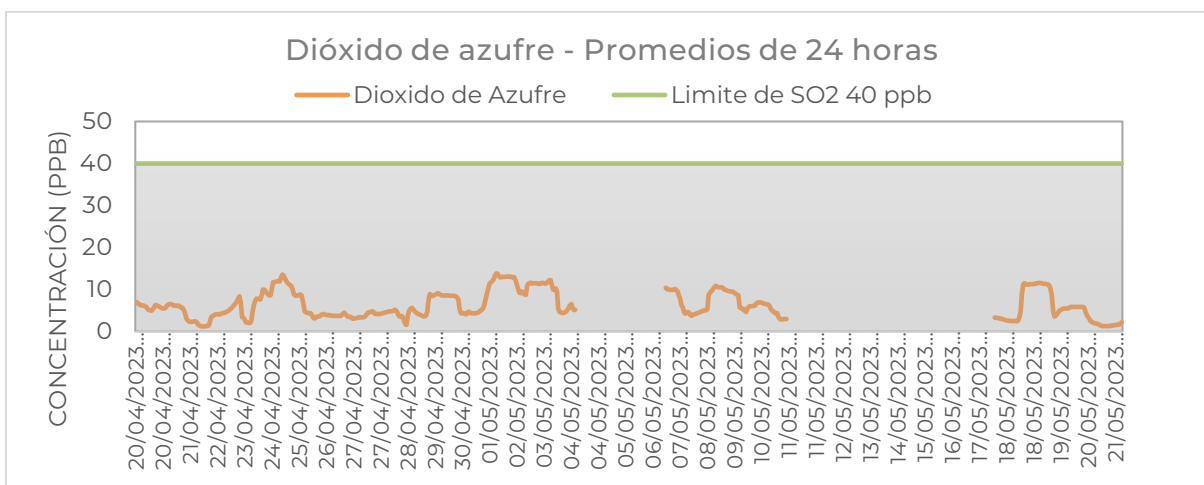
establecidos para comparaciones de tres años consecutivos, se encontraron concentraciones en varias ocasiones que superan los valores límite durante el periodo de medición de la campaña.

Lo anterior se puede observar en los siguientes gráficos, donde se presentó la máxima concentración en 105 ppb alrededor de las 8:00 horas del 19 de mayo. Las mediciones presentaron cuatro valores incrementados que ocurrieron en distintos horarios, lo cual puede asociarse a emisiones generadas por una mayor generación de energía o quema de distintos combustibles.



Gráfica 9 Promedios horarios de SO₂

Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.



Gráfica 10 Promedios de 24 horas de SO₂

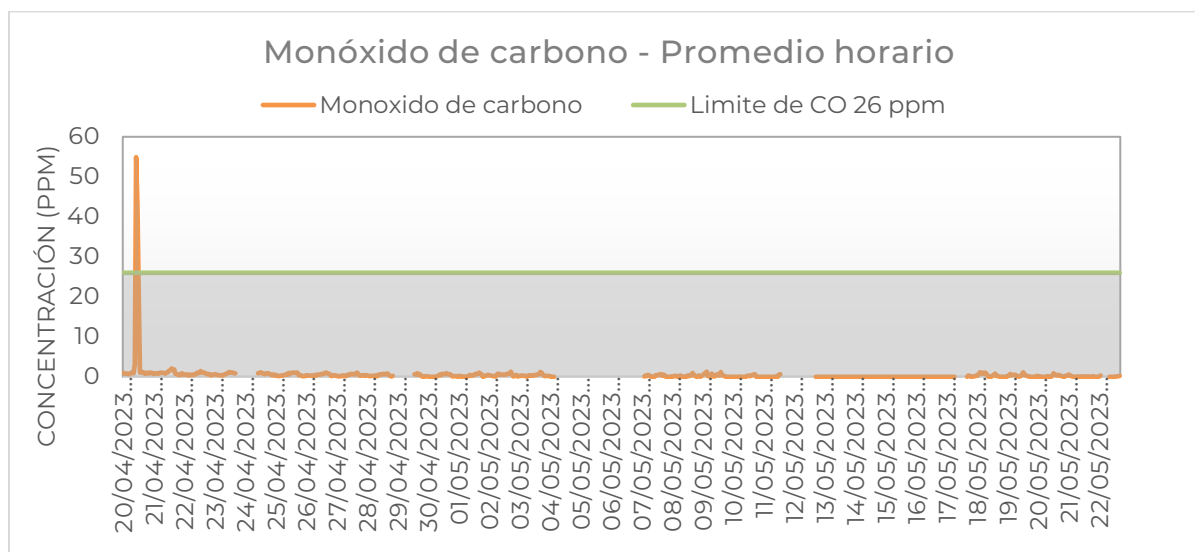
Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

La poca ocurrencia de valores que sobrepasen la NOM-022-SSA1-2019 puede estar asociada a la dirección de los vientos y su velocidad. Generando una dispersión de los contaminantes en otra dirección al sitio de muestreo de la UMMCA.

8.5. MONÓXIDO DE CARBONO

De acuerdo con lo establecido en la 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”, publicada el 29 de octubre de 2021 y con valores límites vigentes para 2020 de 26 ppm horario y 9 ppm en promedios de 8 horas, se encontraron pocos eventos que superan los valores límite durante el periodo de medición de la campaña.

Lo anterior se puede observar en los siguientes gráficos, donde se presentó la máxima concentración en 54.89 ppm alrededor de las 10:00 horas del 20 de abril. Dicho evento puede estar asociado a emisiones generadas por una mayor generación de energía mediante quema de carbón.

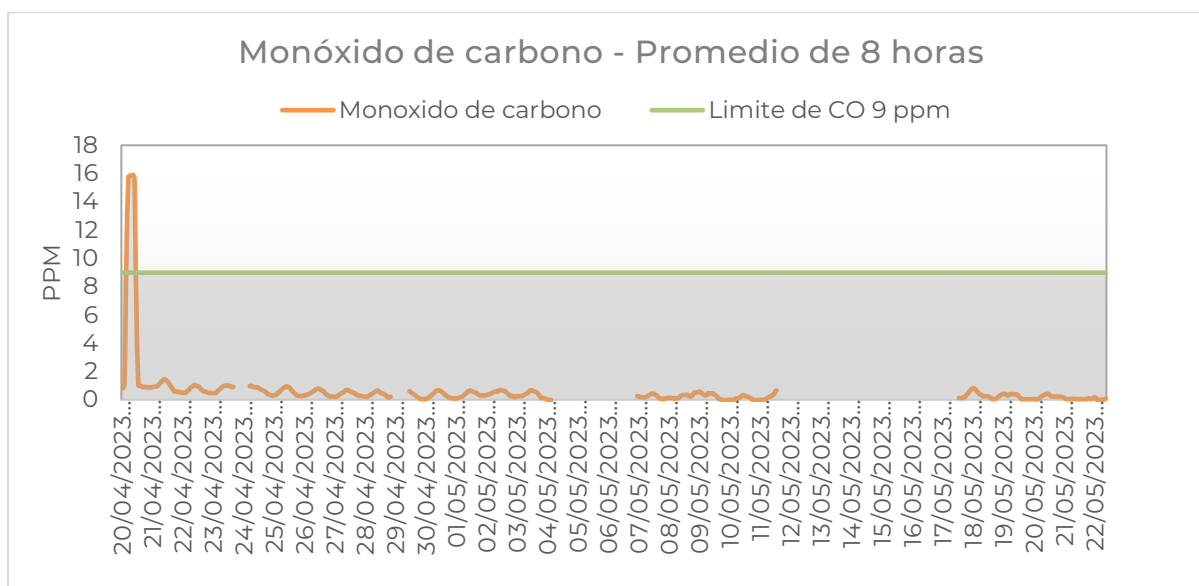


Gráfica 11 Promedios horarios de CO

Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

La presencia de un evento de CO en alta concentración durante la campaña de monitoreo, asociada al uso de carbón en la generación de energía, presenta evidencia de que en ciertas condiciones meteorológicas se incrementa el riesgo a la población por efectos adversos en

la salud por la exposición a monóxido de carbono en el aire ambiente, especialmente en órganos con alto consumo de oxígeno como el cerebro y corazón.



Gráfica 12 Promedios de 8 horas de CO

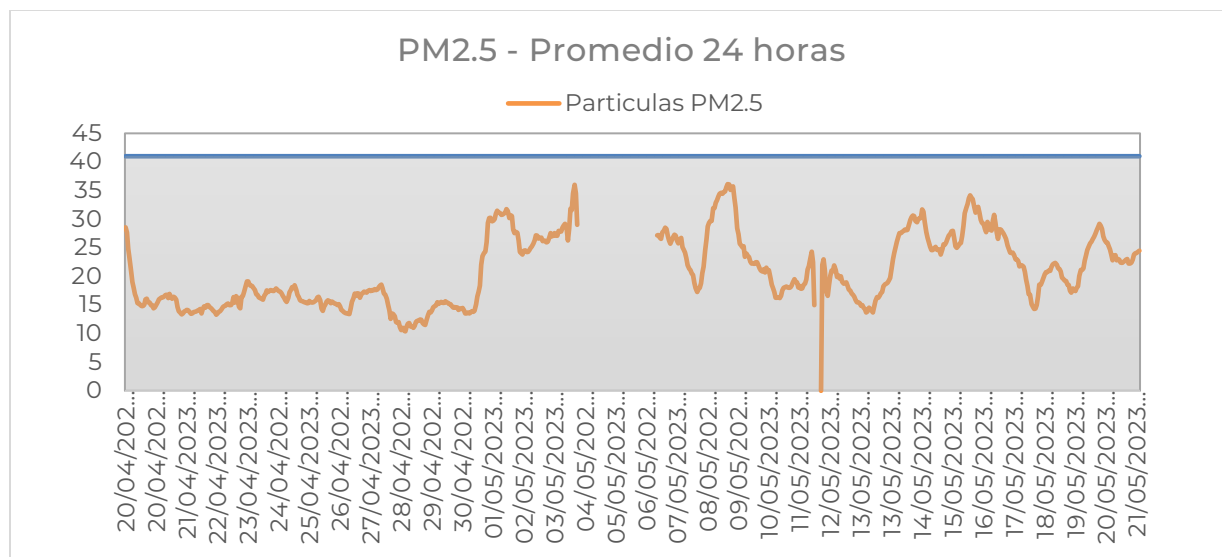
Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

Al igual que en la anterior gráfica, en los promedios de 8 horas se observa el pico de la concentración del contaminante monóxido de carbono de 15.8 ppm.

8.6. PARTÍCULAS PM2.5

De acuerdo con lo establecido en la 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", publicada el 27 de agosto de 2021 y con valor límite vigente para 2022 y 2023 de 41 ppm en promedio de 24 horas, no se encontraron eventos que superan el valor límite durante el periodo de medición de la campaña.

Lo anterior se puede observar en el siguiente gráfico, donde se presentaron valores entre 10 y 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dichos resultados están asociados a la dirección y velocidad de los vientos, que trasladaron la mayor parte de las partículas hacia el norte de la termoeléctrica por la condiciones estacionales durante el periodo de la campaña.



Gráfica 13 Promedios de 24 horas de PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Nota: Durante la campaña se tuvieron eventos de falla en el suministro eléctrico que se presentan en el gráfico como huecos sin información.

9. MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN

Derivado de los resultados obtenidos durante la campaña de monitoreo, se realizó una modelación de la dispersión de las partículas para identificar un radio de influencia de la termoeléctrica.

Los resultados permiten identificar un radio de influencia de alto riesgo de 1 km y de riesgo medio de 2.5 km. Lo anterior se presenta en la siguiente figura.



Figura 5 Radios de influencia de las emisiones sobre Petacalco

Aunado a lo anterior, la modelación de la dispersión indica la existencia de impactos sobre la población de Petacalco con una fuerte incidencia hacia el Noreste por la influencia de los vientos de mayor velocidad existentes durante el periodo de la campaña de medición.

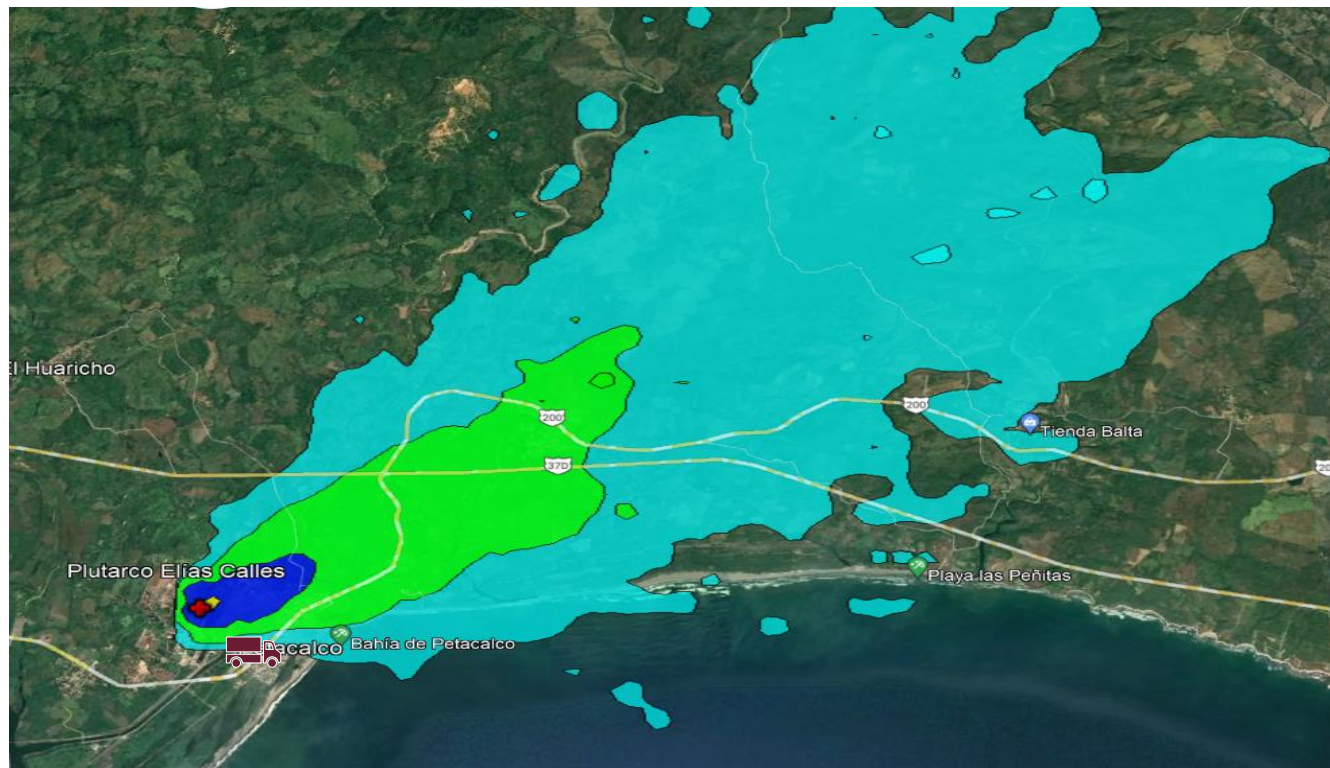


Figura 6 Modelación de concentración de las emisiones sobre Petacalco

Derivado de lo observado en la modelación y de los resultados de la campaña de medición, la ubicación de la UMMCA recibió concentraciones entre 10 y 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondientes a la región azul claro. Esperándose tener concentraciones muy superiores en las regiones de color verde y azul intenso, las cuales superarían los 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecidos en la NOM-025-SSA1-2021.

10. EXPOSICIÓN PERSONAL

Para la determinación de la exposición personal a $\text{PM}_{2.5}$, los días 19 y 20 de abril de 2023 se realizaron los recorridos que se muestran en la siguiente figura, las concentraciones fueron georreferencias a partir de realizar el cruce de las bases de datos del monitor portátil de aerosoles y el GPS. Se realizaron recorridos en la mañana y por la tarde.



Gráfica 14 Recorridos realizados los días 19 y 20 de abril de 2023, para la determinación de la exposición personal a PM2.5 en Petacalco, Guerrero.

Derivado de las mediciones realizadas, se determinó que en promedio la población de Petacalco, Guerrero está expuesta a concentraciones de $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aunque existen momentos en los cuales la exposición puede ser aguda, altas concentraciones por periodos breves, de hasta $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las fuentes que contribuyen de manera significativa a la exposición, son: la quema de biomasa y/o residuos, la resuspensión de partículas por el tránsito en calles sin pavimentar, así como, las emisiones propias del complejo termoeléctrico Petacalco.

11. CONCLUSIONES

Del monitoreo se puede concluir que las concentraciones que tienen mayor presencia en la población son dióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas PM2.5. Por lo cual, la actividad de la termoeléctrica está asociada a estos contaminantes criterio.

Por las variaciones en las condiciones meteorológicas, por los cambios estacionales, se requiere que la CFE y el estado se coordinen para realizar una medición continua en el sitio para determinar los niveles de concentración a los que están expuestos los habitantes de la

comunidad en cuestión de dióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas PM10 y PM2.5. Con objeto de determinar los daños a la salud que ocasionan con la exposición a estos contaminantes, evaluar los resultados de mejorar los procesos de generación y generar alertas tempranas a la población.

Las concentraciones de exposición personal a PM2.5 promedio, en general durante los días muestreados, se podrían estimar en alrededor de 85 µg/m³, lo anterior si se discriminan las concentraciones adquiridas de las quemas de basura y hojarasca que los habitantes por usos y costumbres tienden a practicar a toda hora del día, aunado a los polvos suspendidos en las calles sin pavimentar por donde circulan todo tipo de vehículos.

Es importante mencionar que las plumas de la carboeléctrica durante la medición, no se observó que cayera directamente en la comunidad, esto debido a que la altura de las chimeneas y los vientos de las brisas durante esos días arrastraron los humos fuera de Petacalco.

La realización de una campaña de salud será primordial para identificar los efectos de los contaminantes criterio determinados. Ya que la exposición a éstos puede afectar tanto a los pulmones como al corazón, ocasionar muerte prematura, e incrementar los síntomas respiratorios como es la irritación de las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. <https://contralacorrupcion.mx/la-carboelectrica-plutarco-elias-calles-que-produce-muerte/>. Mexicanos Contra la Corrupción y la Impunidad. Julio, 2022.
2. <https://www.youtube.com/watch?v=bNJtTJVMoW8>. Mexicanos Contra la Corrupción y la Impunidad * YouTube. Julio, 2022.
3. <https://suracapulco.mx/reflexiones-socioambientales-sobre-petacalco/>. El Sur Acapulco. Marzo, 2022.
4. <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Central-carboelectrica-de-Petacalco-la-bonanza-hecha-cenizas-20200613-0009.html>. El Economista. Badillo, Diego. Junio, 2020.
5. <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Centrales-electricas-de-Coahuila-y-el-lado-oscuro-de-la-fiesta-del-carbon-20200620-0004.html>. El Economista. Junio, 2020.
6. <https://ecologica.jornada.com.mx/2021/02/13/la-central-de-petacalco-es-la-mayor-generadora-de-dioxido-de-carbono-en-mexico-6807.html>. Ecológica. Badillo, Diego. Febrero, 2021.
7. <https://suracapulco.mx/impreso/2/reportan-pescadores-que-tiene-aceite-el-canal-de-descarga-de-la-termoelectrica-de-petacalco/>. El Sur Acapulco. Junio, 2022.
8. <https://suracapulco.mx/ya-es-insoportable-el-humo-de-la-termoelectrica-de-la-cfe-de-petacalco-advierten/>. El Sur Acapulco. Marzo, 2022.

9. <https://www.guerrero.gob.mx/2022/04/presenta-el-gobierno-de-guerrero-estrategia-de-bienestar-para-habitantes-de-petacalco/>. Gobierno del Estado de Guerrero. April, 2022.
10. Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019
11. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
12. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/particulas-suspendidas-pm10-y-pm2-5-danan-salud-y-medio-ambiente>
13. https://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/2003-139-1-57-63.pdf
14. World Health Organization Regional Office for Europe. 2016, WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report. Bonn, Germany, 29 September-1 October 2015.