



# Informe anual de calidad del aire La Paz, Baja California Sur 2020

Departamento de Salud y Calidad Ambiental

Miércoles 22 de noviembre de 2021  
Dra. Jaqueline Valenzuela Meza  
Mtro. Israel Barreras Romero  
Ing. Rodrigo Rangel Rodríguez  
Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental, AC.  
La Paz, Baja California Sur, México.



CERCA es una organización de la sociedad civil que surgió a partir de un grupo ciudadano diverso, incluyente, apartidista y empoderado por su propia membresía. Nuestra organización se conforma por los programas de Energía, Salud, Calidad del Aire, Comunidad y las áreas de Legal Gestión y Comunicación. Cada una de las áreas y programas desarrollan actividades e investigaciones que se complementan para lograr los objetivos de la organización.

## Energía

La meta del programa de Energía es definir e impulsar los pasos para la transición energética de forma sustentable y promover la aplicación de medidas de eficiencia energética en el estado de Baja California Sur.

## Legal

El área de Legal tiene como función revisar la legislación, normativas y cumplimientos de México en los temas que competen a los proyectos involucrados en los programas.

## Calidad del Aire

La meta del programa de Calidad del Aire es identificar, investigar e impulsar medidas para mejorar la calidad del aire en el estado de Baja California Sur, mediante información y análisis técnico, fortaleciendo capacidades locales.

## Comunidad

La meta del programa Comunidad es establecer vínculos con diferentes sectores sociales para promover la participación ciudadana, la apropiación del uso de la energía renovable y visibilizar los beneficios en la salud de la comunidad, a través del trabajo comunitario, la innovación y la divulgación científica.

## Resumen Ejecutivo

Debido a la falta de información sobre la calidad del aire en la ciudad de La Paz, Baja California Sur y con el fin de conocer las concentraciones de los contaminantes criterio, se realizó un estudio de monitoreo de calidad del aire dentro de diferentes puntos la zona urbana de la ciudad de La Paz B.C.S. Esto desde principios de julio 2018, sin embargo, el presente documento muestra los resultados en el segundo reporte anual de monitoreo incluyendo fechas de enero a mayo 2020, por otro lado, en el capítulo 2 se mostrarán los datos recopilados del monitoreo realizado por Comisión Federal de Electricidad (CFE) de enero a diciembre 2020.

El estudio se llevó a cabo por la Asociación Civil: Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental (CERCA), ubicada sobre la colonia Pueblo Nuevo en La Paz, B.C.S. Cabe mencionar que las ubicaciones de las estaciones fijas no fueron cambiadas con respecto al pasado reporte anual, sólo añadiendo una cuarta estación con su respectivo propósito. El Centro de Energía Renovable y Calidad del Aire ha trabajado en temas de calidad del aire para la ciudad de La Paz, B.C.S. desde 2016, presentando la primera red de monitoreo ciudadana, participando en el inventario de emisiones y el estudio ProAire BCS 2018-2027, convirtiéndose en una de las principales instituciones enfocadas en el cuidado de la contaminación atmosférica en la localidad.

## Tabla de contenido

1	Introducción	6
1.1	Descripción de la zona de estudio (La Paz, Baja California Sur)	7
1.1.1	Ubicación zona geográfica	7
1.1.2	Demografía	7
1.1.3	Clima	7
1.2	Normatividad	8
1.2.1	Normas oficiales mexicanas	8
1.2.2	Recomendaciones de la OMS y otras especificaciones	8
2	Calidad del aire	10
2.1	Red de monitoreo CERCA	10
2.1.1	Evaluación del material particulado (PM10)	11
2.1.2	Evaluación del material particulado (PM2.5)	14
	Tabla 2.1.2c Validación de los datos diarios monitoreados para PM2.5	15
2.1.3	Evaluación del monóxido de carbono (CO)	17
2.1.4	Evaluación del dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	20
2.1.5	Evaluación del Ozono (O <sub>3</sub> )	23
2.1.6	Evaluación del Dióxido de Azufre(SO <sub>2</sub> )	26
2.2	Monitoreo CFE	29
2.2.1	Evaluación del material particulado (PM10)	31
2.2.2	Evaluación del material particulado (SO <sub>2</sub> )	32
5	Referencias	33

## 1 Introducción

La contaminación presenta uno de los principales problemas en la actualidad ya que afecta a todo el planeta de manera crítica. La contaminación atmosférica es producida por fuentes que pueden ser fijas, móviles o de área, estas emiten diferentes sustancias que pueden provocar daños sobre los seres humanos y los ecosistemas, a estos se les conoce como contaminantes atmosféricos, a su vez, estos contaminantes se clasifican por sus impactos en la salud humana como contaminantes criterio, dentro de los cuales se encuentran el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), partículas sólidas totales (PST), monóxido de carbono (CO) y plomo (Pb) (COFEPRIS, 2017).

Se le denomina calidad del aire a la concentración de los contaminantes que han sido emitidos, transportados y difundidos en la atmósfera y que llegan a un receptor, así mismo también se pueden definir índices de calidad del aire que hagan referencia a una determinada concentración de contaminantes y a su afectación a la salud (Organización Mundial de la Salud, 2016; SEMARNAT, 2013). La emisión y dispersión de contaminantes afecta la calidad del aire no solo a nivel local, sino también a nivel regional y global, ya que debido a que las variaciones del clima afectan al movimiento y dispersión de estos. La Organización Mundial de la Salud en 1999 definió la contaminación del aire como "sustancias depositadas por las actividades humanas con suficiente concentración como para causar influencias perjudiciales para la salud, la vegetación, el rendimiento de cultivos agrícolas, propiedades o interferir con el disfrute de las propiedades". Las sustancias naturales o artificiales que contaminan el medio ambiente se denominan contaminantes (Mukherjee 2002).

Debido a los efectos que la mala calidad del aire puede tener en la salud, se han creado sistemas de información que muestre el estado de la contaminación y así poder actuar de forma correctiva y/o preventiva (ProAire, 2018). En la Ciudad de La Paz, durante las últimas décadas se ha visto un rápido crecimiento poblacional y muy poca planeación urbana, de manera que se ha notado un incremento en emisiones dando resultado a la afectación de la calidad de aire, principalmente por la emisión de

gases vehiculares, por la emisión de cenizas de las termoeléctricas locales (Central de Combustión Interna, y Central Termoeléctrica Punta Prieta), y por la resuspensión de partículas del suelo por tracción vehicular (CICIMAR, 2013).

## 1.1 Descripción de la zona de estudio (La Paz, Baja California Sur)

### 1.1.1 Ubicación zona geográfica

La Paz, Baja California Sur, es la capital del estado y está ubicada al sur de la península de Baja California a 210 km al sur de Ciudad Constitución, municipio de Comondú y 202 km al norte de San Lucas, municipio de Los Cabos, en 24°09' latitud norte y 110°19" longitud oeste.

### 1.1.2 Demografía

De acuerdo al último censo de INEGI, la población de la ciudad de La Paz al 15 de marzo de 2020 es de 292, 241 habitantes, de los cuales 145, 828 (49.9%) corresponde a la población femenina y 146, 413 (50.1%) a masculina (INEGI, 2020). Es el segundo municipio con mayor población del estado de Baja California Sur.

### 1.1.3 Clima

La ciudad de La Paz se caracteriza por ser una zona con muy poca precipitación, aproximadamente 216 mm al año, donde la temporada de lluvia se presenta durante julio, agosto y septiembre, también se presentan pequeñas lluvias durante los meses de diciembre y enero (Bermúdez, 2017).

El comportamiento del viento durante los meses de abril a octubre por las mañanas predomina la dirección sureste y por la tarde dirección suroeste, durante el resto del año las direcciones predominantes son con dirección noroeste y sur (Velasco García 2009). La temperatura media más alta en la bahía de La Paz fluctúa entre los 27 y 30°C, esto durante los meses de agosto y septiembre, la media más baja es de 17°C durante el mes de enero y febrero (SDEMARN 2016).

## 1.2 Normatividad

### 1.2.1 Normas oficiales mexicanas

Tabla 1.1. Especificaciones normativas para los contaminantes criterio

Contaminante	NOM	Especificaciones
<b>Ozono (O3)</b>	NOM-020- SSA1-2014	0.070 ppm – Promedio Móvil 8 horas
<b>Dióxido de azufre (SO2)</b>	NOM-022-SSA1-2019	0.04 ppm – Promedio 24 horas
<b>Dióxido de nitrógeno (NO2)</b>	NOM-023-SSA1-1993	0.210 ppm – Dato horario
<b>Monóxido de carbono (CO)</b>	NOM-021-SSA1-1993	11 ppm - Promedio Móvil 8 horas
<b>Material particulado (PM10)</b>	NOM-025-SSA1-2014	75 µg/m <sup>3</sup> - Promedio 24 horas
<b>Material particulado (PM2.5)</b>	NOM-025-SSA1-2014	45 µg/m <sup>3</sup> - Promedio 24 horas

### 1.2.2 Recomendaciones de la OMS y otras especificaciones

Tabla 1.2. Especificaciones OMS para los contaminantes criterio

Contaminante	Recomendaciones	Especificaciones
<b>Ozono (O3)</b>	OMS, SPEGL, otros.	0.051 ppm – Promedio 8 horas
<b>Dióxido de azufre (SO2)</b>		0.0076 ppm – Promedio 24 horas
<b>Dióxido de nitrógeno (NO2)</b>		0.106.5 ppm – Dato horario
<b>Monóxido de carbono (CO)</b>		8.740 ppm - Promedio 8 horas
<b>Material particulado (PM10)</b>		50 µg/m <sup>3</sup> - Promedio 24 horas
<b>Material particulado (PM2.5)</b>		25 µg/m <sup>3</sup> - Promedio 24 horas



## 2 Calidad del aire

En los siguientes puntos se muestran los resultados por estación, primeramente, su comparación con su respectiva Norma Oficial Mexicana y recomendación por parte de la Organización Mundial de la Salud, esto en formato serie de tiempo. Seguido se hizo un cálculo para conocer cuántos días al menos un promedio sobrepasaba la recomendación OMS clasificándose como día malo y cuando al menos un promedio sobrepasaba la NOM se clasificó como un día muy malo, esto sólo para cada uno de los contaminantes monitoreados en dónde se encontraron valores alto

### 2.1 Red de monitoreo CERCA

En la figura 1, se puede observar los 5 distintos puntos de monitoreo, debido que para la estación primaria Gustavo Díaz Ordaz se tiene sólo un sensor de SO<sub>2</sub>, con esto se toma en cuenta las 3 estaciones faltantes como principales.

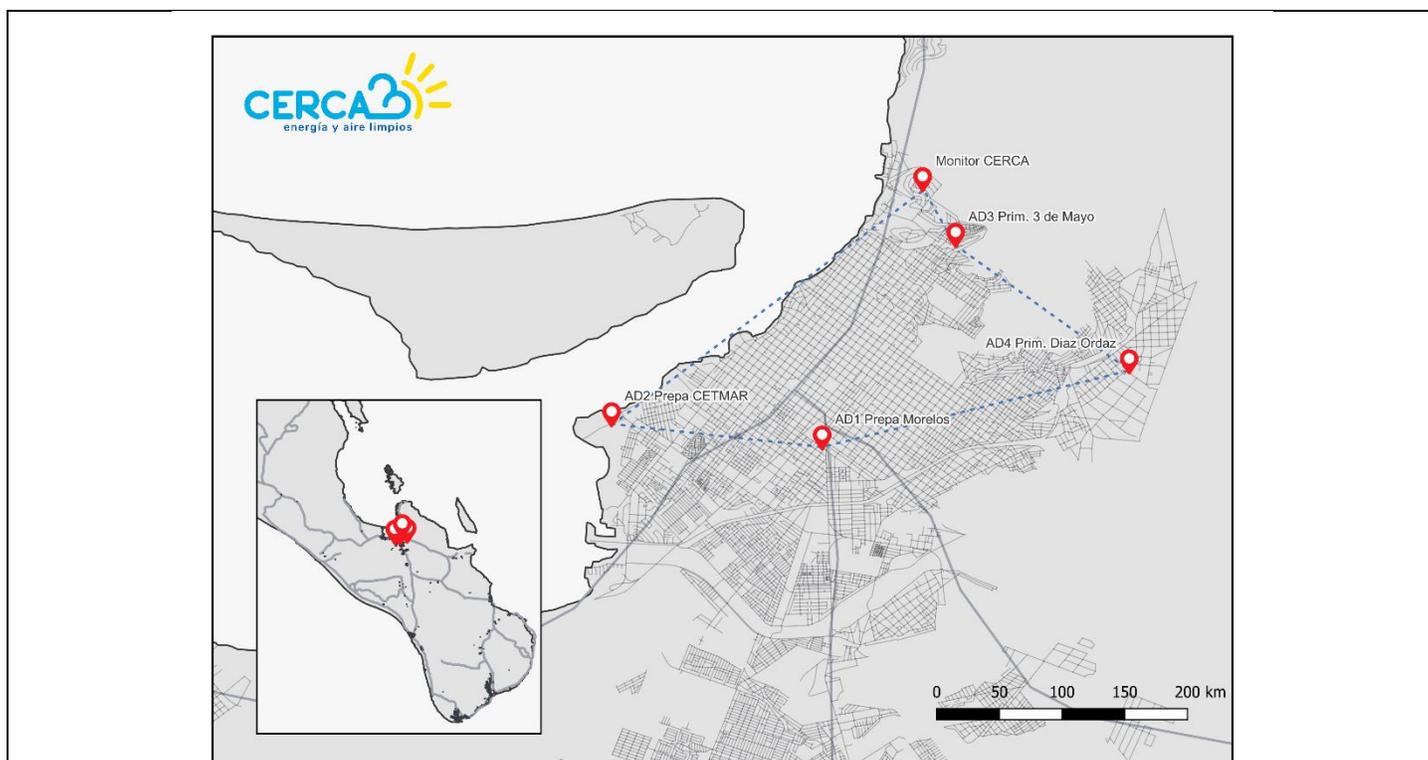


Figura 2.1. Ubicación red de monitoreo ciudadana

## 2.1.1 Evaluación del material particulado (PM10)

Tabla 2.1.1a Validación de los datos diarios monitoreados para PM10

Validación de los datos				
Datos diarios				
Días monitoreados		Válidos	Inválidos	
			Cantidad	Bandera
Estación	AD1	137	229	SD
	AD2	53	313	SD
	AD3	79	287	SD
	AD4	SD	0	SD

Tabla 2.1.1b Validación de los promedios anuales monitoreados para PM10

Validación de datos				
Promedio anual				
Días monitoreados		Validez	Bandera	Promedio
Estación	AD1	Invalido	SD	SD
	AD2	Invalido	SD	SD
	AD3	Invalido	SD	SD
	AD4	Invalido	SD	SD

\*un dato se considera válido cuando se evalúa con más del 75% de los datos base para obtener ese promedio.

Tabla 2.1.1c Validación de los datos diarios monitoreados para PM10

Estación	Cantidad de días evaluados	Cantidad de días válidos	Base de la evaluación		Días incumplidos
AD1	137	137	NOM	Dato diario	0
			OMS		0
AD2	53	53	NOM	Dato diario	0
			OMS		0
AD3	79	79	NOM	Dato diario	0
			OMS		0
AD4	SD	SD	NOM	Dato diario	SD
			OMS		SD

Material Particulado - PM 10

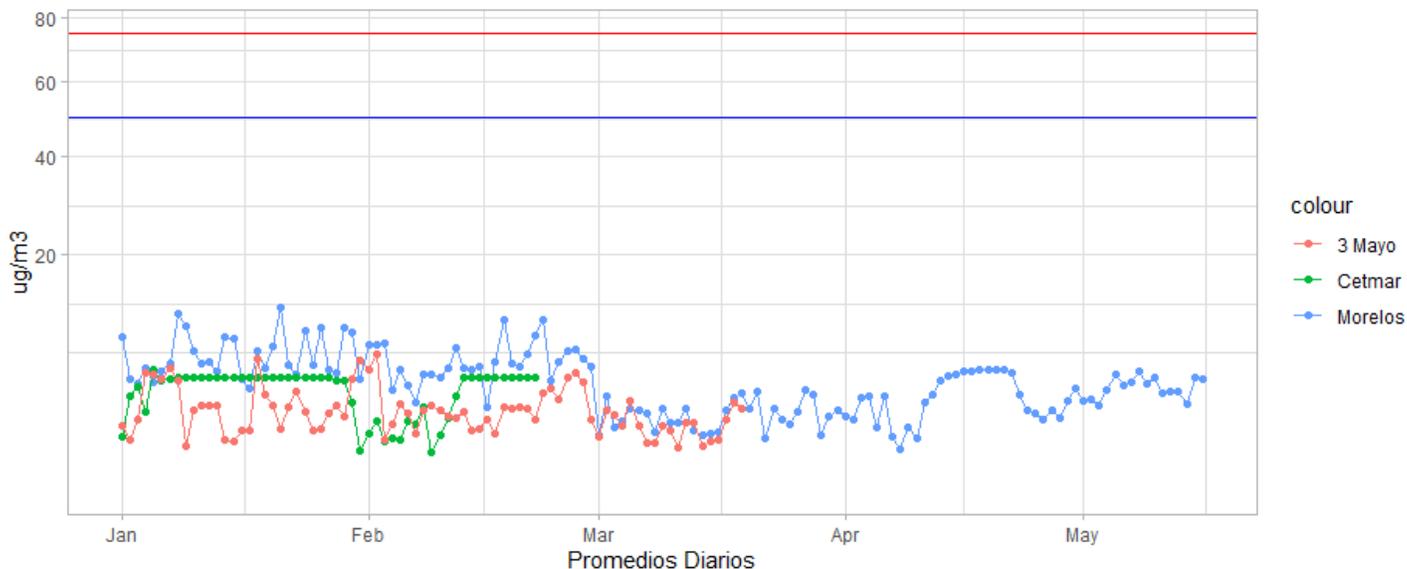


Figura 2.1.1a Serie de tiempo 2020 red de monitoreo ciudadana en promedios diarios

Material Particulado - PM10

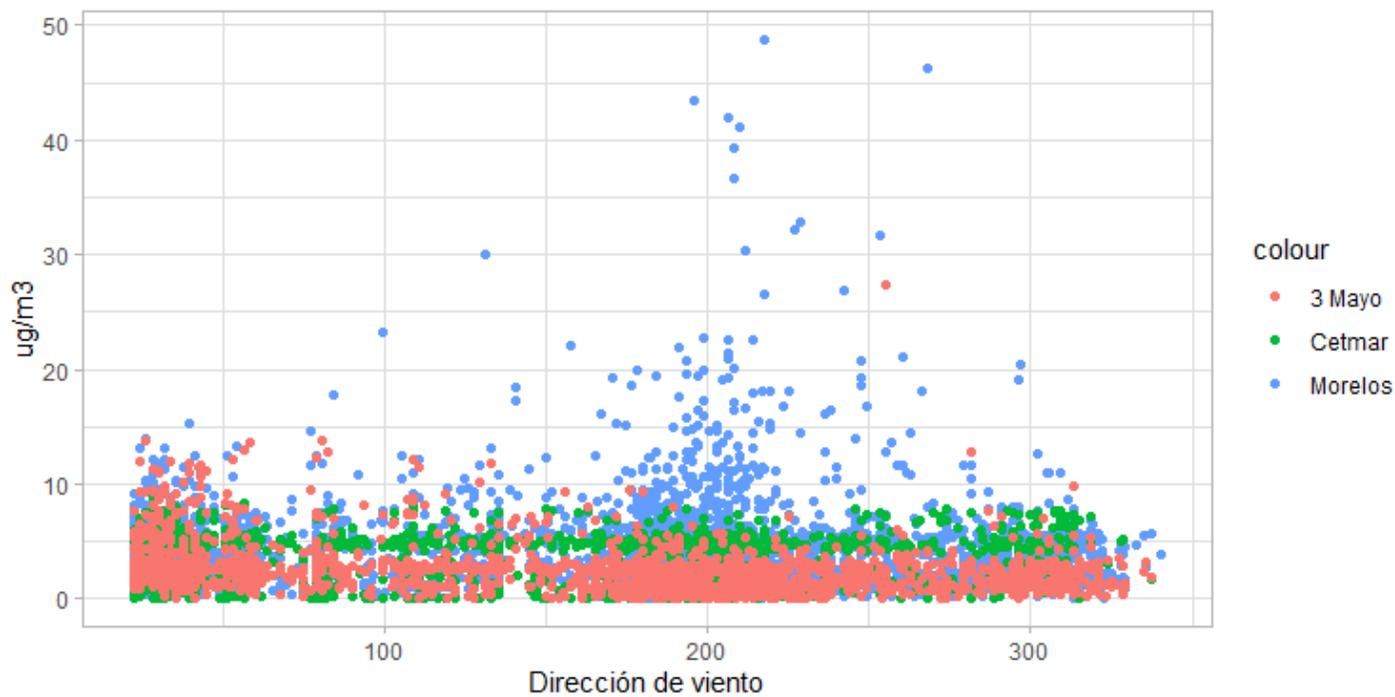


Figura 2.1.1.b Concentraciones de PM10 respecto a la dirección del viento en promedios horarios

## 2.1.2 Evaluación del material particulado (PM2.5)

Tabla 2.1.2a Validación de los datos diarios monitoreados para PM2.5

Validación de los datos				
Datos diarios				
Días monitoreados		Válidos	Inválidos	
			Cantidad	Bandera
Estación	AD1	137	0	SD
	AD2	53	0	SD
	AD3	79	0	SD
	AD4	NA	0	SD

Tabla 2.1.2a Validación de los promedios anuales monitoreados para PM2.5

Validación de datos				
Promedio anual				
Días monitoreados		Validez	Bandera	Promedio
Estación	AD1	Invalido	DI	NA
	AD2	Invalido	DI	NA
	AD3	Invalido	DI	NA
	AD4	Invalido	DI	NA

\*un dato se considera válido cuando se evalúa con más del 75% de los datos base para obtener ese promedio.

Tabla 2.1.2c Validación de los datos diarios monitoreados para PM2.5

Estación	Cantidad de días evaluados	Cantidad de días válidos	Base de la evaluación		Días incumplidos
			NOM	OMS	
AD1	137	137	NOM	Dato diario	0
			OMS		0
AD2	53	53	NOM	Dato diario	0
			OMS		0
AD3	79	79	NOM	Dato diario	0
			OMS		0
AD4	SD	SD	NOM	Dato diario	SD
			OMS		SD

Material Particulado - PM2.5

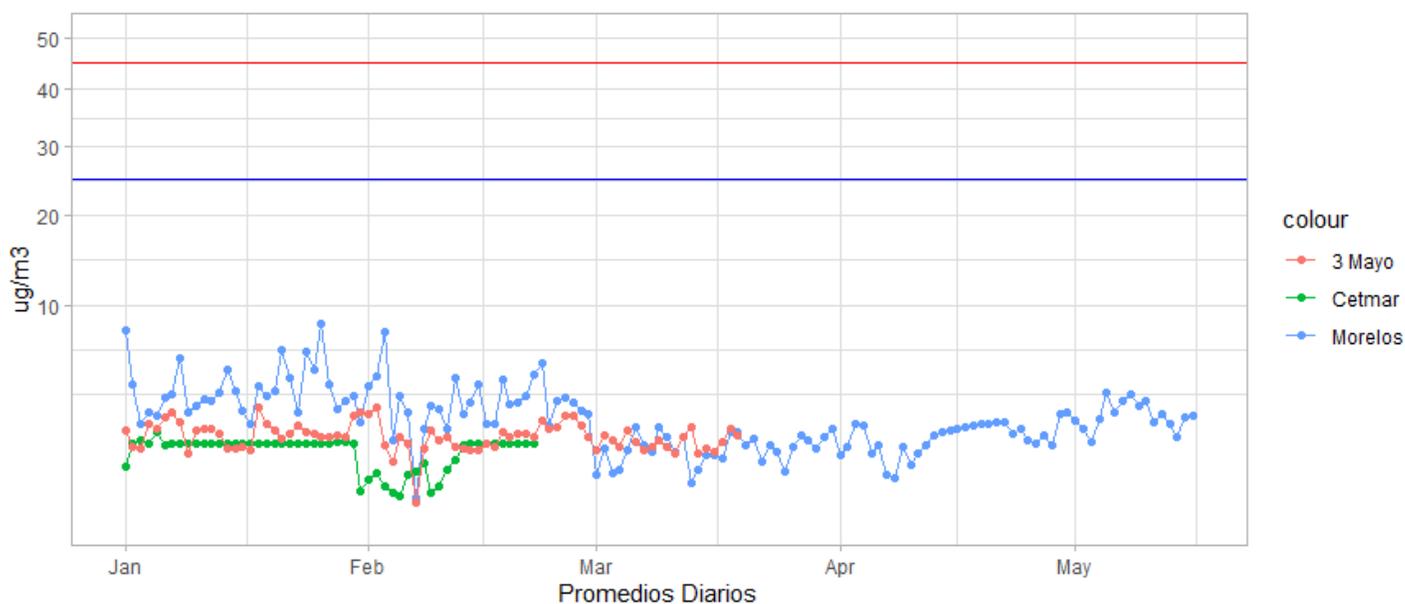


Figura 2.1.1a Serie de tiempo 2020 red de monitoreo ciudadana en promedios diarios

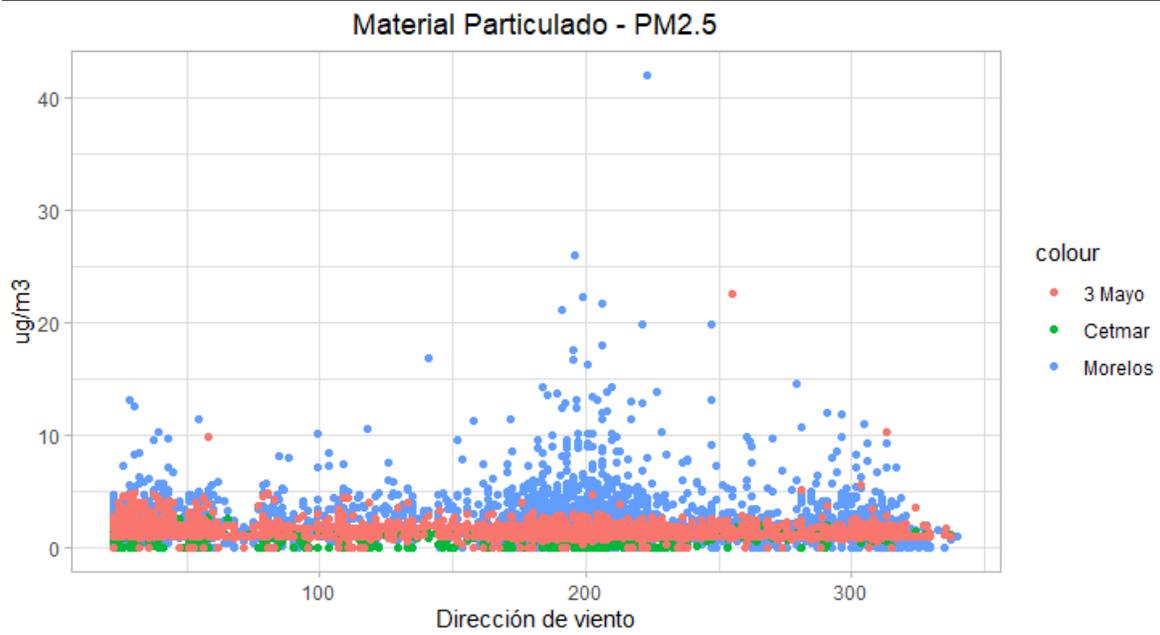


Figura 2.1.1.b Concentraciones de PM2.5 respecto a la dirección del viento en promedios horarios

2.1.3 Evaluación del monóxido de carbono (CO)

Tabla 2.1.3a Validación de los datos promedio móvil 8 horas monitoreados para CO

Validación de los datos				
Datos				
Días monitoreados		Válidos	Inválidos	
			Cantidad	Bandera
Estación	AD1	3279	5497	SD
	AD2	1284	7492	SD
	AD3	1895	6881	SD
	AD4	SD	SD	SD

Tabla 2.1.3b Validación de los datos diarios monitoreados para CO

Estación	Cantidad de promedios evaluados	Cantidad de promedios válidos	Base de la evaluación		Días incumplidos
AD1	3279	3279	NOM	Promedio móvil 8 hrs	0
			OMS		0
AD2	1284	1284	NOM	Promedio móvil 8 hrs	0
			OMS		0
AD3	1895	1895	NOM	Promedio móvil 8 hrs	0
			OMS		0

AD4	SD	SD	NOM	Promedio móvil 8 hrs	SD
			OMS		SD

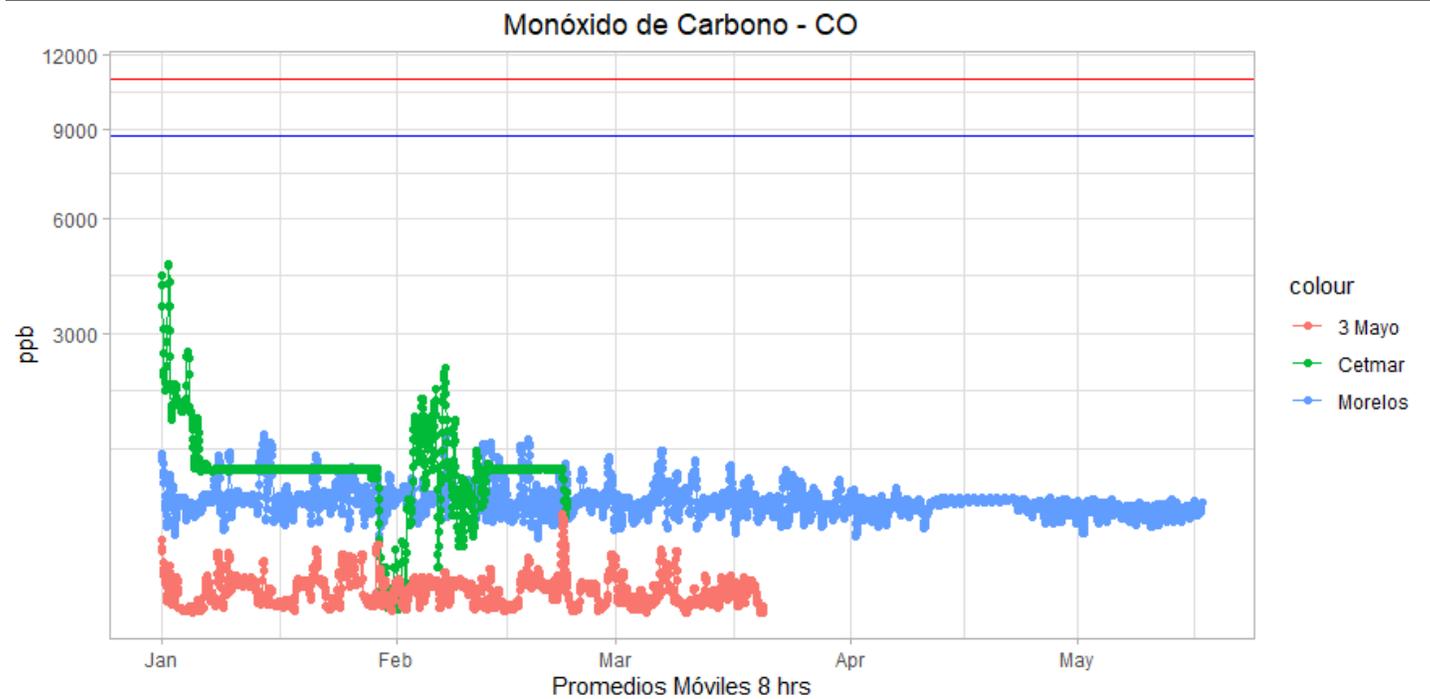


Figura 2.1.1a Serie de tiempo 2020 red de monitoreo ciudadana en promedios móviles

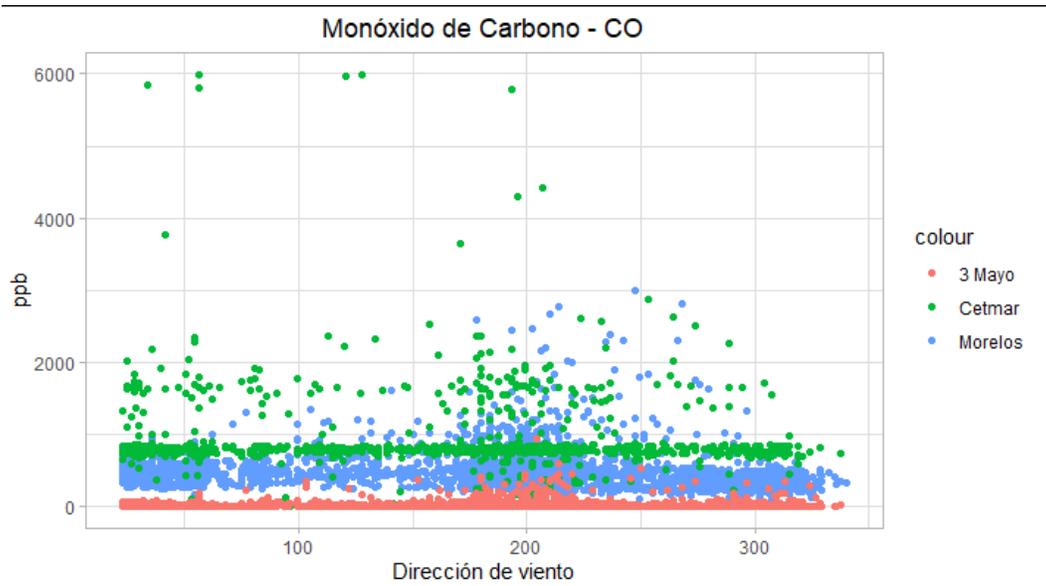


Figura 2.1.1.b Concentraciones de CO respecto a la dirección del viento en promedios horarios

2.1.4 Evaluación del dióxido de nitrógeno (NO2)

Tabla 2.1.4a Validación de los datos diarios monitoreados para NO2

Validación de los datos				
Datos diarios				
Días monitoreados		Válidos	Inválidos	
			Cantidad	Bandera
Estación	AD1	3287	5497	SD
	AD2	SD	0	SD
	AD3	SD	0	SD
	AD4	SD	0	SD

Tabla 2.1.4b Validación de los datos diarios monitoreados para NO2

Estación	Cantidad de promedios evaluados	Cantidad de promedios válidos	Base de la evaluación		Días incumplidos
AD1	3279	3279	NOM	Promedio horario	19
			OMS		3019
AD2	SD	SD	NOM	Promedio horario	0
			OMS		0
AD3	SD	SD	NOM	Promedio horario	0
			OMS		0

AD4	SD	SD	NOM	Promedio horario	SD
			OMS		SD

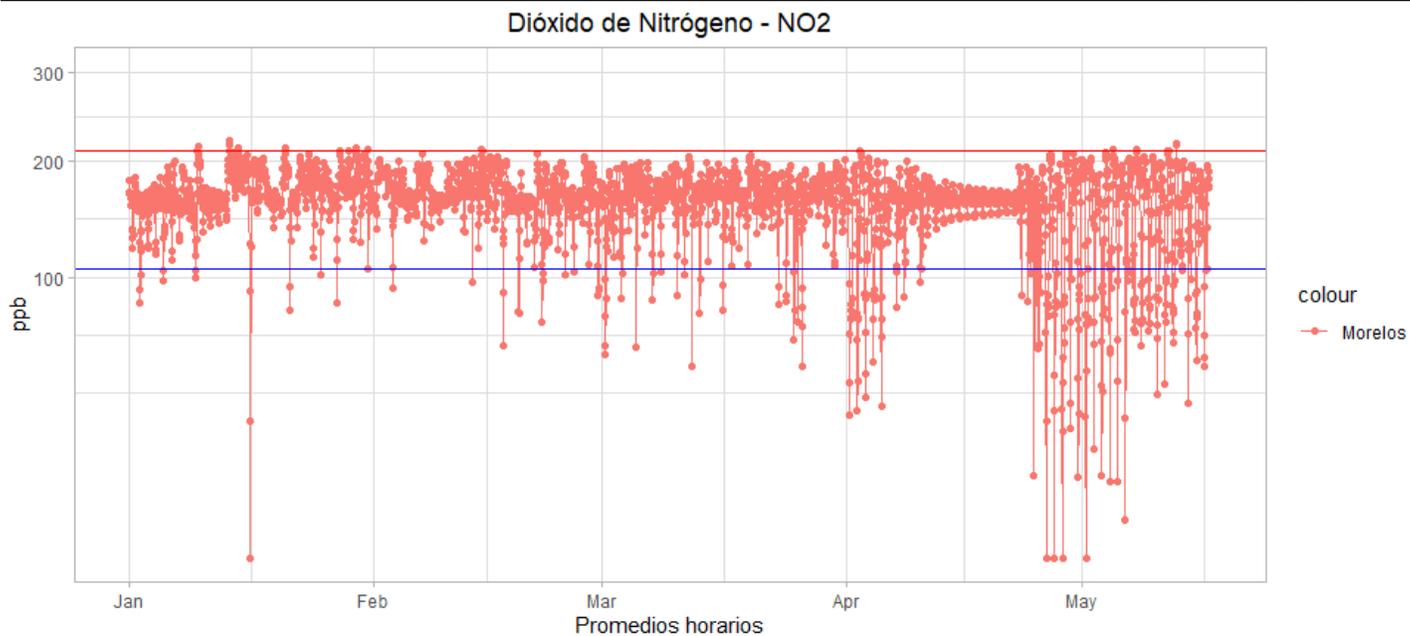


Figura 2.1.1a Serie de tiempo 2020 red de monitoreo ciudadana en promedios horarios

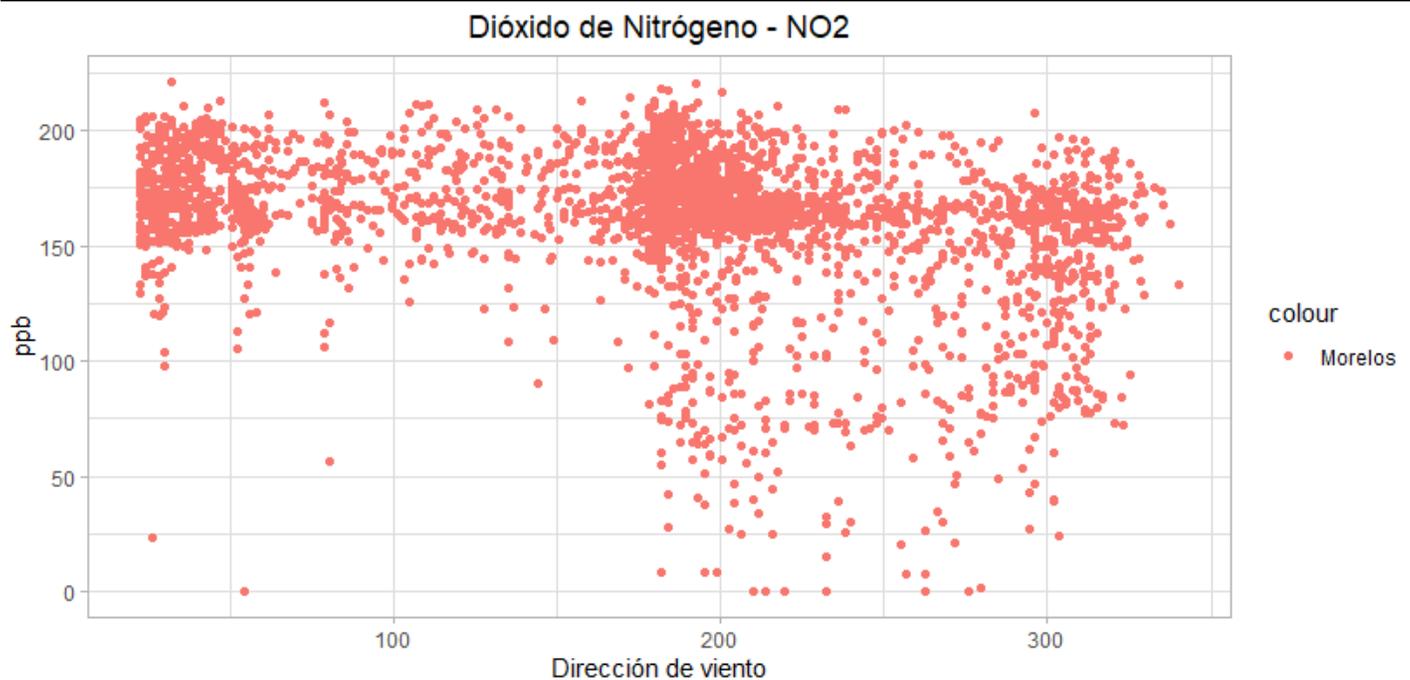


Figura 2.1.1.b Concentraciones de NO2 respecto a la dirección del viento en promedios horarios

2.1.5 Evaluación del Ozono (O3)

Tabla 2.1.5a Validación de los datos monitoreados para O3

Validación de los datos				
Datos				
Días monitoreados		Válidos	Inválidos	
			Cantidad	Bandera
Estación	AD1	3279	5497	SD
	AD2	SD	SD	SD
	AD3	SD	SD	SD
	AD4	SD	SD	SD

Tabla 2.1.5b Validación de los datos móviles monitoreados para O3

Estación	Cantidad de promedios evaluados	Cantidad de promedios válidos	Base de la evaluación		Días incumplidos
AD1	3279	3279	NOM	Promedio móvil 8 hrs	381
			OMS		616
AD2	SD	SD	NOM	Promedio móvil 8 hrs	0
			OMS		0
AD3	SD	SD	NOM	Promedio móvil 8 hrs	0
			OMS		0

AD4	SD	SD	NOM	Promedio móvil 8 hrs	SD
			OMS		SD

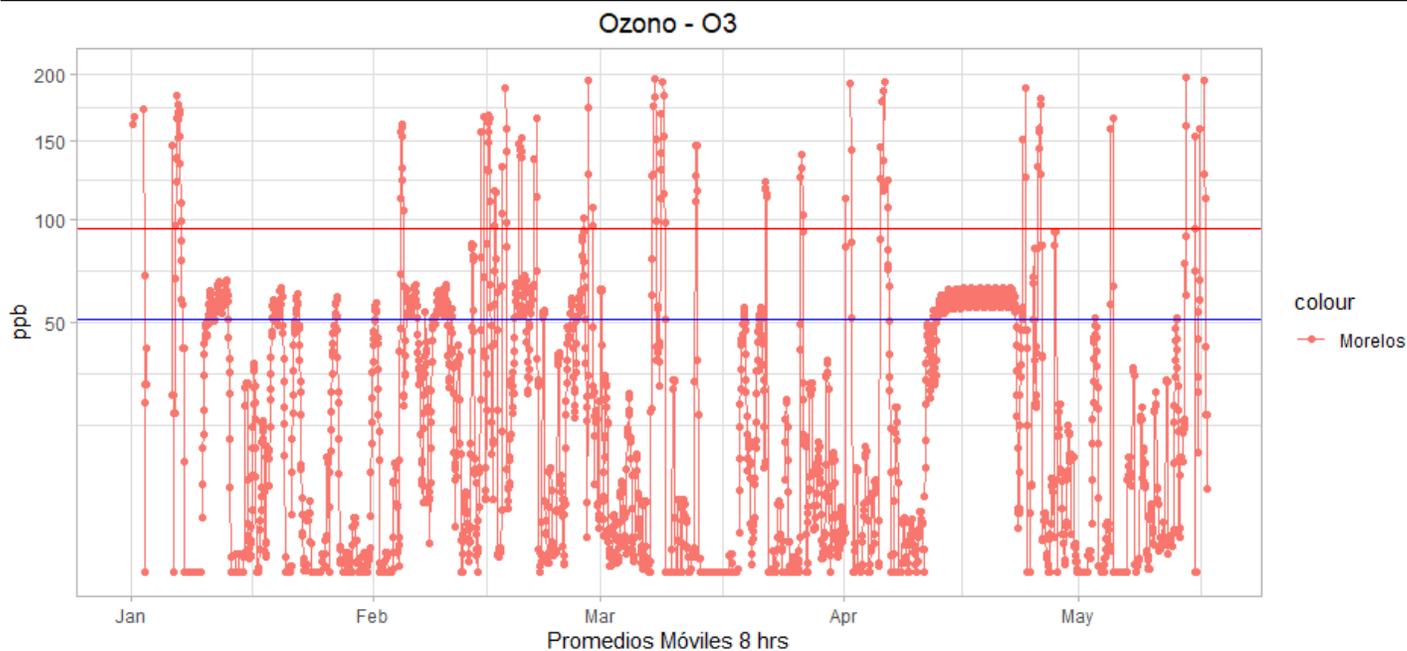


Figura 2.1.1a Serie de tiempo 2020 red de monitoreo ciudadana en promedios móviles

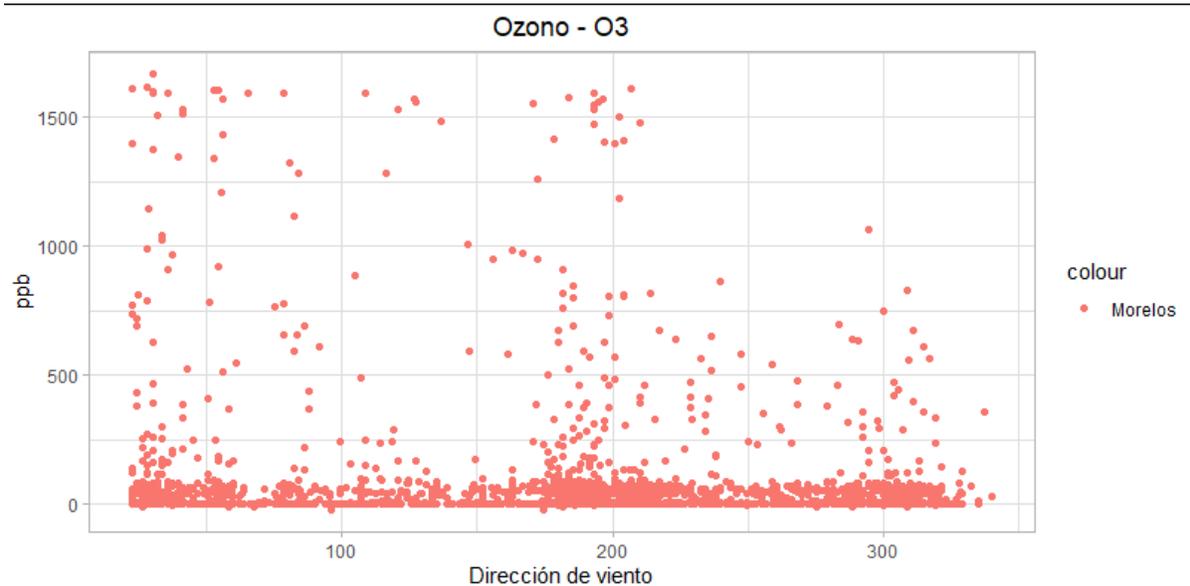


Figura 2.1.1.b Concentraciones de Ozono respecto a la dirección del viento en promedios horarios

2.1.6 Evaluación del Dióxido de Azufre(SO<sub>2</sub>)Tabla 2.1.6a Validación de los datos diarios monitoreados para SO<sub>2</sub>

Validación de los datos				
Datos diarios				
Días monitoreados		Válidos	Inválidos	
			Cantidad	Bandera
Estación	AD1	SD	0	SD
	AD2	SD	0	SD
	AD3	SD	0	SD
	AD4	100	37	DI

Tabla 2.1.6b Validación de los promedios anuales monitoreados para SO<sub>2</sub>

Validación de datos				
Promedio anual				
Días monitoreados		Validez	Bandera	Promedio
Estación	AD1	Invalido	DI	NA
	AD2	Invalido	DI	NA
	AD3	Invalido	DI	NA
	AD4	Invalido	DI	NA

\*un dato se considera válido cuando se evalúa con más del 75% de los datos base para obtener ese promedio.

Tabla 2.1.6C Validación de los datos diarios monitoreados para SO<sub>2</sub>

Estación	Cantidad de promedios evaluados	Base de la evaluación		Días incumplidos
		NOM	OMS	
AD1	SD	NOM	Promedio diario	0
		OMS		0
AD2	SD	NOM	Promedio diario	0
		OMS		0
AD3	SD	NOM	Promedio diario	0
		OMS		0
AD4	100	NOM	Promedio diario	69
		OMS		28

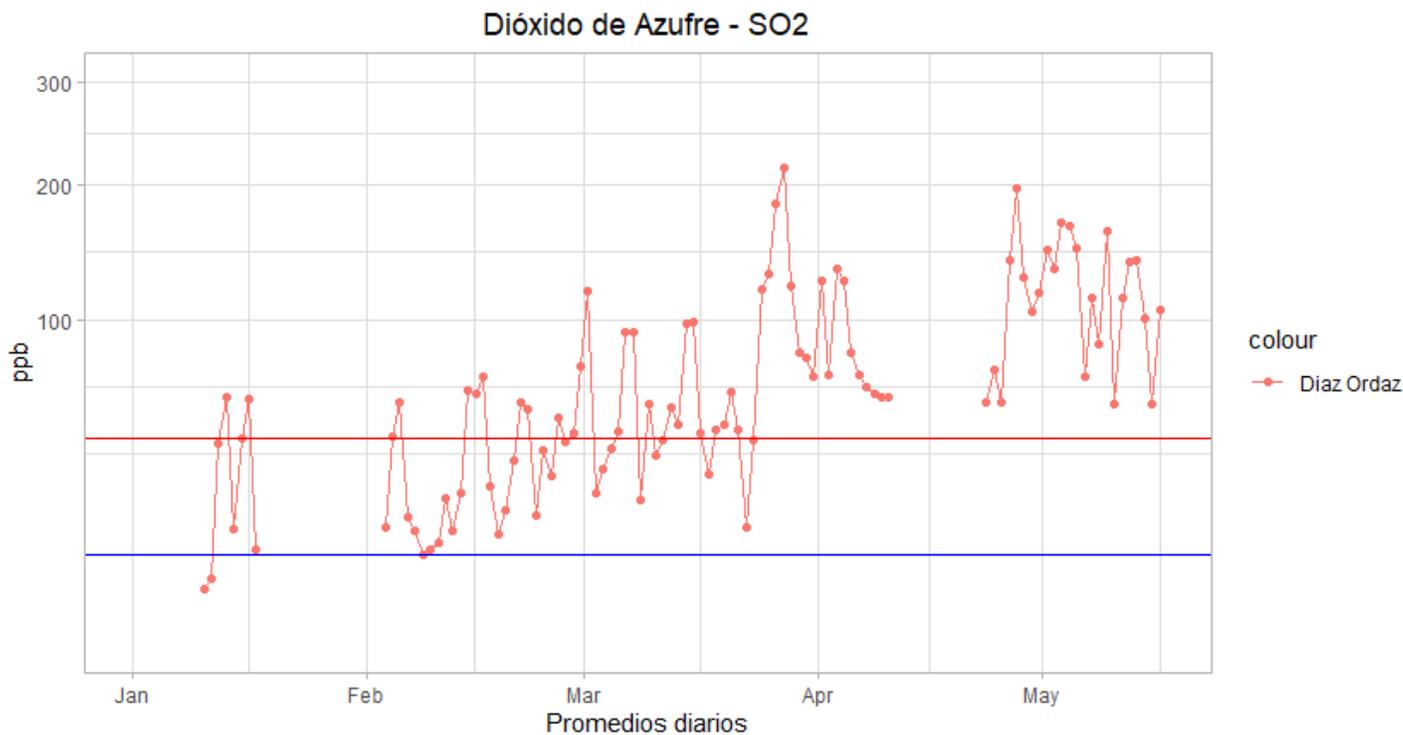


Figura 2.1.1a Serie de tiempo 2020 red de monitoreo ciudadana en promedios diarios

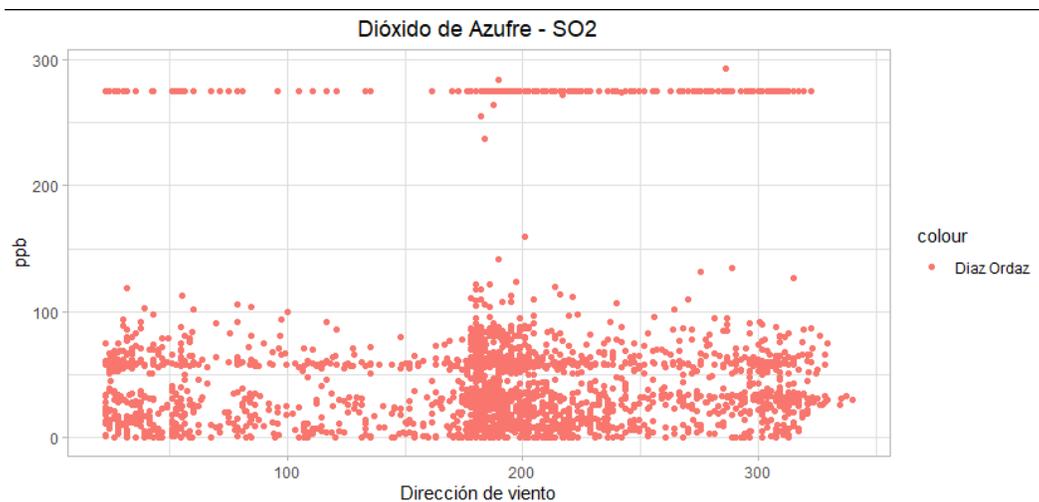


Figura 2.1.1.b Concentraciones de PM2.5 respecto a la dirección del viento en promedios horarios

## 2.2 Monitoreo CFE

Se realizó un resumen estadístico con información de las casetas de monitoreo de CFE, recopilada a través de herramientas de transparencia. La información data de enero a diciembre 2020, con un total de 3 casetas ubicadas en diferentes puntos de la ciudad, sin embargo, el presente documento analizará la información en dos partes: primeramente, comparar las concentraciones con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) y sus lineamientos, como segunda etapa se analizará la tendencia de datos históricos, con el fin de ver pendientes positivas o negativas a futuro.

Actualmente Comisión Federal de Electricidad (CFE), cuenta con 3 estaciones de monitoreo en la ciudad de La Paz instaladas en 2005 y funcionando hasta la actualidad, estas estaciones miden constantemente SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub>, así mismo, se cuenta con un equipo manual se miden partículas de tamaño menor o igual a 10 micras (PM<sub>10</sub>), la estación 1 (E1) se encuentra al lado norte de la central termoeléctrica Punta Prieta, las estaciones 2 (E2) y 3 (E3), se encuentran dentro de la zona urbana de la ciudad de La Paz (Figura 2.2.1).

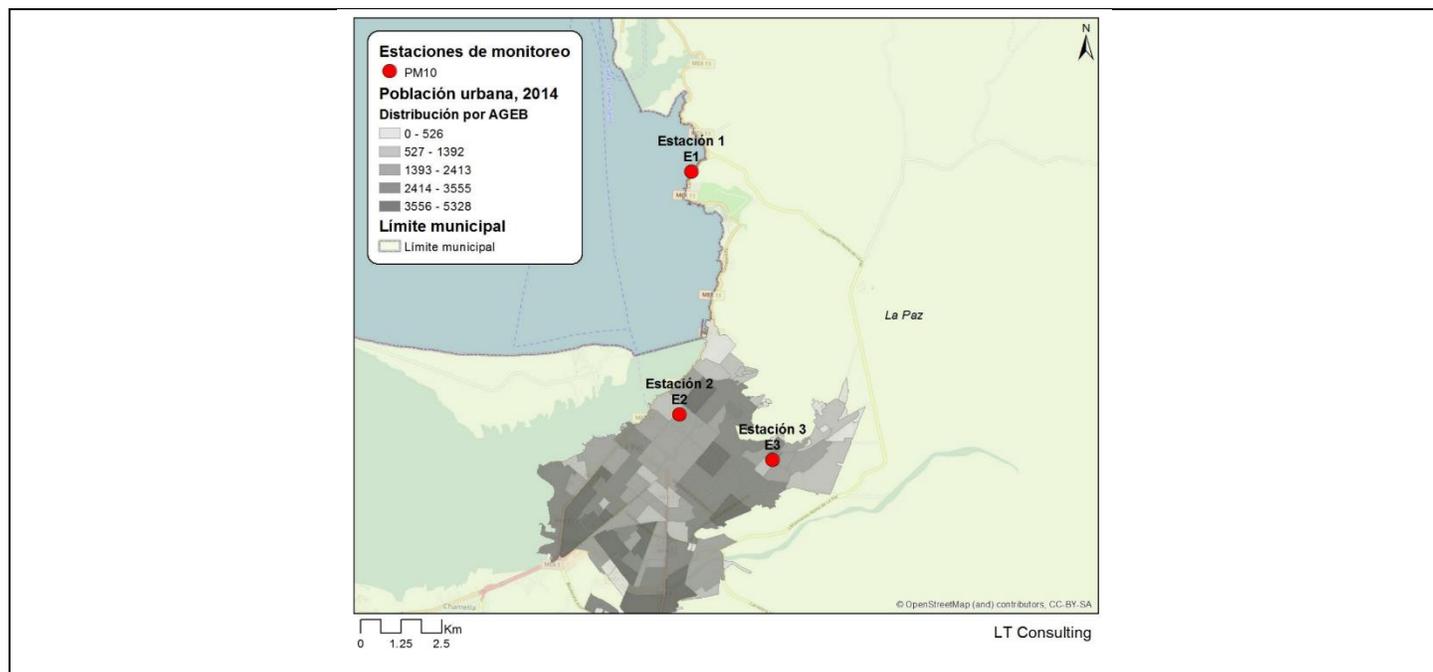


Figura 2.2.1 Distribución de estaciones de monitoreo CFE (Lt Consulting, 2018)



## 2.2.1 Evaluación del material particulado (PM10)

Tabla 2.2.1. Evaluación de incumplimientos de datos diarios para PM10

Estación	Cantidad de días evaluados	Cantidad de días validos	Base de la evaluación		Días incumplidos
			NOM	OMS	
E1	342	342	NOM	Dato diario	0
			OMS		
E2			NOM	Dato diario	
			OMS		
E3			NOM	Dato diario	
			OMS		

Tabla 2.2.2. Evaluación de incumplimientos de promedio anual para PM10

Estación	Cantidad de días evaluados	Cantidad de días validos	Base de la evaluación		Incumplido
			NOM	OMS	
E1			NOM	Dato diario	
			OMS		
E2			NOM	Dato diario	
			OMS		
E3			NOM	Dato diario	
			OMS		

2.2.2 Evaluación del material particulado (SO2)

Tabla 2.2.3. Evaluación de incumplimientos de datos diarios para SO2

Estación	Cantidad de días evaluados	Cantidad de días validos	Base de la evaluación		Días incumplidos
			NOM	OMS	
E1	356	356	NOM	Dato diario	
			OMS		
E2			NOM	Dato diario	
			OMS		
E3			NOM	Dato diario	
			OMS		

## 5 Referencias

Bermúdez- Contreras, A., Ivanova, A., & Martinez, J. TO. (2017). Polluting Emissions in the City of La Paz, Mexico: Emissions Inventory and Monitoring Data. *Current Urban Studies*, 5, 54-67.

CICIMAR-IPN, 2013. Reporte SIP20113161. Evaluación geoquímica del material eólico de la ciudad de La Paz, como posible fuente de aporte a la cuenca sedimentaria marina Alfonso, Bahía de la paz, BCS, México

COFEPRIS. (2017). Clasificación de los contaminantes del aire ambiente. Retrieved June 2, 2021, from <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/2-clasificacion-de-los-contaminantes-del-aire-ambiente>

INEGI. (2020). Población. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/#Tabulados>

Mukherjee, A. (2002). *Perspectives of the Silent Majority: Air Pollution, Livelihood and Food Security*. Concept Publishing Company.

National Research Council. (n.d.). CDC - Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLH): Nitrogen dioxide - NIOSH Publications and Products. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/10102440.html>

Council, N. R. (n.d.). CDC - Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLH): Ozone - NIOSH Publications and Products. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/10028156.html>

Organización Mundial de la Salud. (2016). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Retrieved October 17, 2019, from Nota descriptiva website: [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)

ProAire (2018) Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California Sur, México; Baja California Sur . Recuperado el 05 mayo de 2021 a partir de [:https://setuesbcs.gob.mx/sustentabilidad/25\\_proaire\\_baja\\_california\\_sur.pdf](https://setuesbcs.gob.mx/sustentabilidad/25_proaire_baja_california_sur.pdf)

SDEMARN (2016). Datos básicos de Baja California Sur. Gobierno del Estado de Baja California Sur.

SEMARNAT. (2013). Calidad del aire: Una práctica de vida. In Cuadernos de divulgación ambiental (Vol. 39).

Velasco García, JA ( 2009). Ambientes geológicos costeros del litoral de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. CICIMAR - Instituto Politécnico Nacional.