CERCA
energía y aire limpios

Octubre de 2023

Lic.Cristina Carolina Carbajal Aguilar
Lic. Estefanía López Zamudio

Reporte de calidad del aire

Julio - Septiembre

Departamento de Salud y Calidad Ambiental

Índice

1. Introducción **4**
1.2 Descripción de la zona de estudio. **5**
1.3 Normatividad **6**
1.3.1 Normas oficiales mexicanas 6
1.3.2 Recomendaciones de la OMS y otras recomendaciones 7
2.1 Red de monitoreo CERCA **10**
2.1.1 Análisis y evaluación del PM10 11
2.1.1.1 Evaluación de promedios diarios 11
2.1.2 Análisis y evaluación del PM2.5 16
2.1.2.1 Evaluación de promedios diarios 16
2.2 Monitoreo CFE **22**
2.2.1 Evaluación del material particulado (PM10) 23
2.2.2 Evaluación del dióxido de azufre (SO2) 25
2.2.3 Evaluación del ozono (O3) 26
2.2.4 Evaluación del dióxido de Nitrógeno (NO2) 27

1. Introducción

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, de área o naturales. 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 (NO2), dióxido de azufre (SO2), ozono (O3), material particulado con diámetro aerodinámico de 10 y 2.5 micras (PM10 y PM2.5), 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 (OMS) 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 (SETUES, 2018). En la Ciudad de La Paz, durante las últimas décadas se ha visto un crecimiento poblacional y una planeación urbana deficiente, de manera que se han incrementado las emisiones originadas, dando como resultado 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).

1.2 Descripción de la zona de estudio.

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.

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.

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).

1.3 Normatividad

A continuación se presentan las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables a la evaluación de los datos de calidad del aire, así como de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para cada contaminante. Los valores presentados en la Tabla 1 y 2 son las especificaciones presentadas por las NOM y la OMS, sin embargo, se tomaron en cuenta únicamente las especificaciones aplicables al material particulado (PM) para el caso de la red CERCA y las especificaciones aplicables para los promedios diarios en el caso de las casetas de CFE.

1.3.1 Normas oficiales mexicanas

Tabla 1. Especificaciones normativas para los contaminantes criterio

Contaminante	NOM	Especificaciones
Material particulado (PM10)	NOM-025-SSA1-2021	70 µg/m³ - Promedio 24 horas 36 µg/m³ - Promedio anual
Material particulado (PM2.5)	NOM-025-SSA1-2021	41 µg/m³ - Promedio 24 horas 10 µg/m³ - Promedio anual

Dióxido de azufre (SO2)	NOM-022-SSA1-2019	0.04 ppm - Promedio 24 horas 0.075 ppm - Promedio de 1 hora
Dióxido de nitrógeno (NO2)	NOM-023-SSA1-2021	0.106 ppm - promedio de 1 hora 0.021 ppm - promedio anual
Ozono (O3)	NOM-020-SSA1-2021	0.090 ppm - promedio de 1 hora 0.065 ppm - promedio móvil de 8 horas
*Las especificaciones descritas en la tabla son únicamente las aplicables para los contaminantes y tipos de datos disponibles (promedios)		

1.3.2 Recomendaciones de la OMS y otras recomendaciones

Tabla 2. Especificaciones de la OMS y otras recomendaciones para los contaminantes criterio

Contaminante	Recomendaciones	Especificaciones
Dióxido de azufre (SO2)	Guías OMS	0.01529 ppm – Promedio 24 horas
Dióxido de nitrógeno (NO2)	Guías OMS	0.01331 ppm – Promedio 24 horas 0.005325 ppm – Promedio anual
Material particulado (PM10)	Guías OMS	45 µg/m³ - Promedio 24 horas 15 µg/m³ - Promedio anual
Material particulado (PM2.5)	Guías OMS	25 µg/m³ - Promedio 24 horas 5 µg/m³ - Promedio anual

Ozono (O3)	Guías OMS	0.03062 ppm - Promedio de 8 horas

*Las recomendaciones que no pertenecen a las NOM, ni a la OMS, son utilizadas ya que los datos obtenidos para las casetas de la CFE únicamente se encuentran en promedios diarios y los principales niveles no poseen especificaciones para estos

2. Calidad del aire

2. Calidad del aire

En los siguientes puntos se muestran los resultados por estación, primeramente, su comparación con su respectiva Norma Oficial Mexicana (NOM) y con la recomendación por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS), esto en formato serie de tiempo. Seguido se realizó 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 clasificándose como un día "muy malo", esto sólo para cada uno de los contaminantes monitoreados en dónde se encontraron valores que sobrepasan dichos criterios.

2.1 Red de monitoreo CERCA

En la figura 1 se observa que la red de monitoreo de CERCA consta en este periodo reportado un total de 14 monitores activos de la calidad del aire, dentro de los cuales se encuentran 11 monitores y 2 estaciones meteorológicas dentro de la ciudad de La Paz y 3 monitores en el municipio de Los Cabos. Los monitores son de la marca PurpleAir PA-II-SD y monitorean material particulado PM10 y PM2.5.

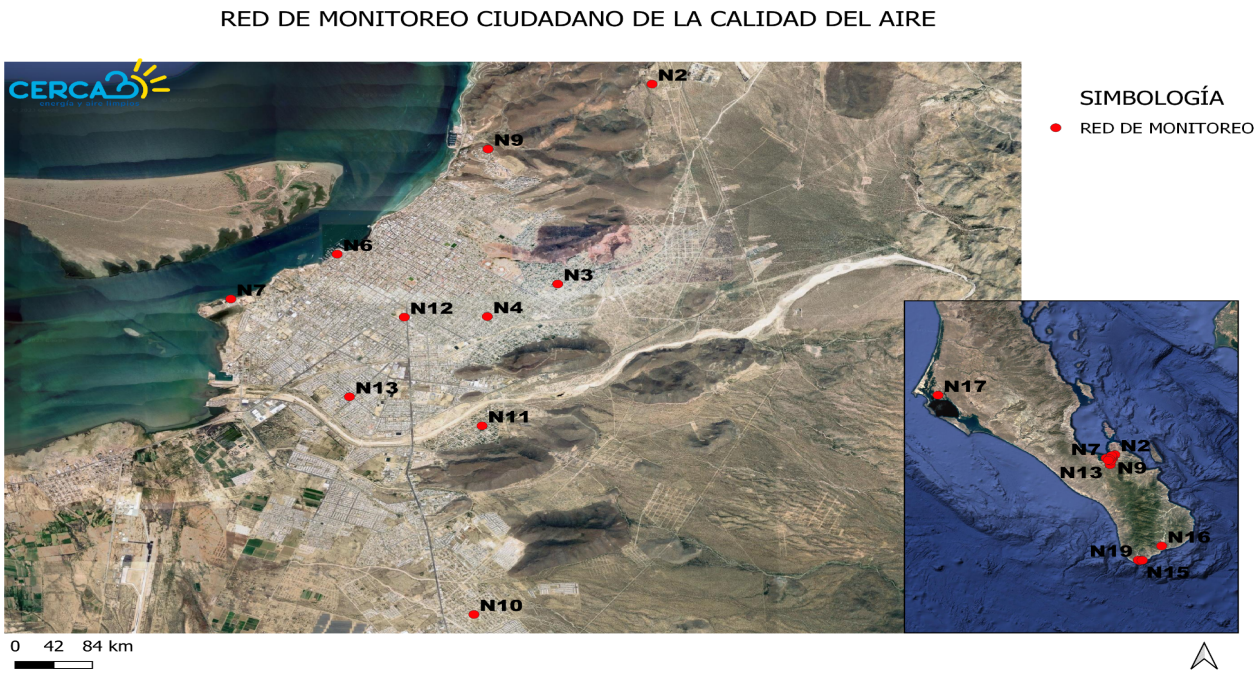

Figura 1. Red de monitoreo ciudadano de CERCA

2.1.1 Análisis y evaluación del PM10

A continuación, se presenta el análisis del contaminante criterio PM10, en donde se muestra la evaluación y análisis de la red de monitoreo ciudadano, tomando como base las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

2.1.1.1 Evaluación de promedios diarios

A partir de los datos diarios de 2022 y considerando las estaciones activas durante el periodo, en la tabla tres, se presenta la validación de los datos para PM10, considerando el criterio de compleción de al menos 75%, así también se presenta su evaluación considerando el límite máximo permisible presentado en la NOM-025-SSA1-2021(Tabla 1) para promedios diarios y la recomendación de la OMS (Tabla 2) para el mismo promedio.

En la tabla 3 se puede observar que 2 estaciones superaron los valores normados y 7 las recomendaciones de la OMS, sin embargo, hay que considerar que para algunas estaciones no se cuenta con el periodo completo.

Tabla 3. Validación y evaluación de datos diarios monitoreados para PM10

Estación	Cantidad de días evaluados	Cantidad de días válidos	Días que rebasan los niveles	
			NOM	OMS
N2- Libramiento norte	87	85	0	0
N3- Jardín ACMA	59	40	0	0
N7- CETMAR	29	22	0	0
N9- Pedregal	44	39	0	0
N10- Jardín Fundación LPZ	92	91	0	0
N11- Esc. Telesecundaria N°49	80	77	1	0
N12- Morelos	92	87	0	0
N13- Prim. Julieta Castro Hieras	91	81	0	0
N17-San Buto	55	52	0	0

A continuación se presentan los gráficos de series de tiempo para cada una de las estación, en donde se coloca el límite máximo permisible (NOM) (linea color rojo), y lo recomendado por la OMS (linea color azul). Asimismo el periodo de los datos (fecha) y las concentraciones de PM 10.

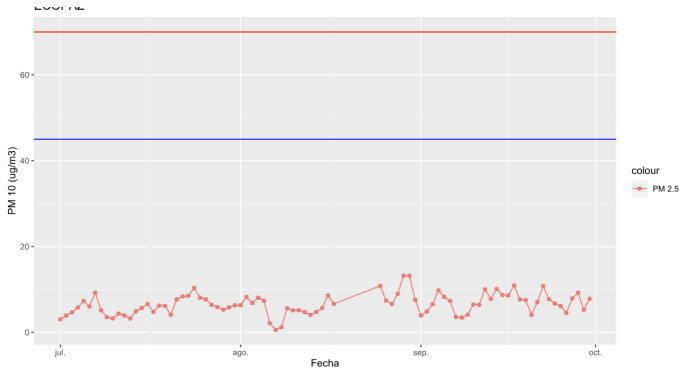

Figura 2. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N2 - Libramiento norte

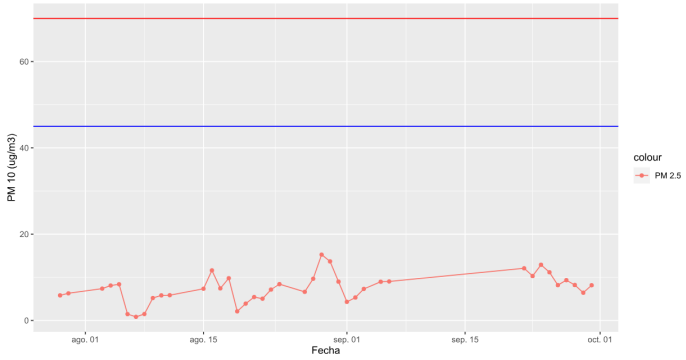

Figura 3. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N3 - Jardín Angel Cesar M. A.

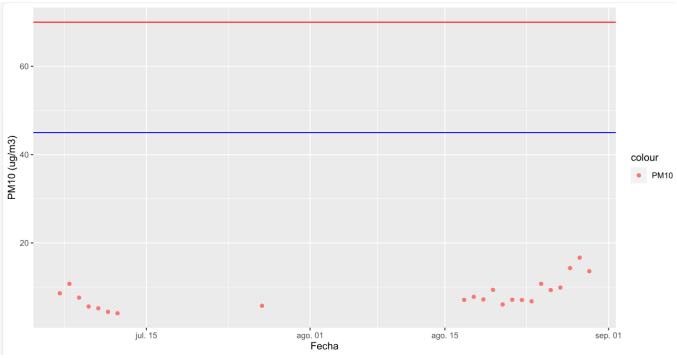

Figura 4. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N7 - Preparatoria CETMAR

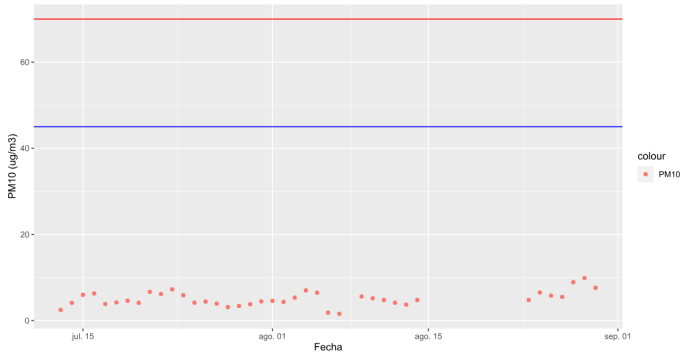

Figura 5. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N9 - Pedregal

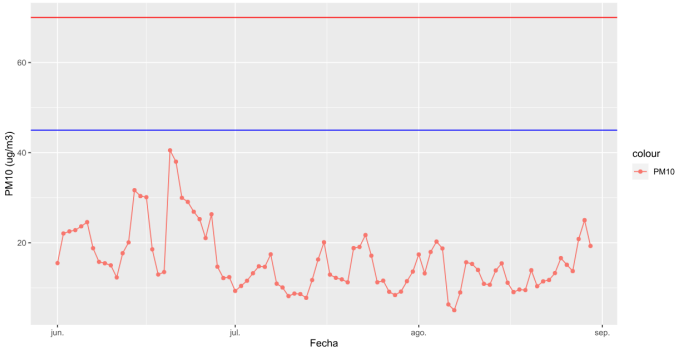

Figura 6. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N10 - Jardín Fundación La Paz

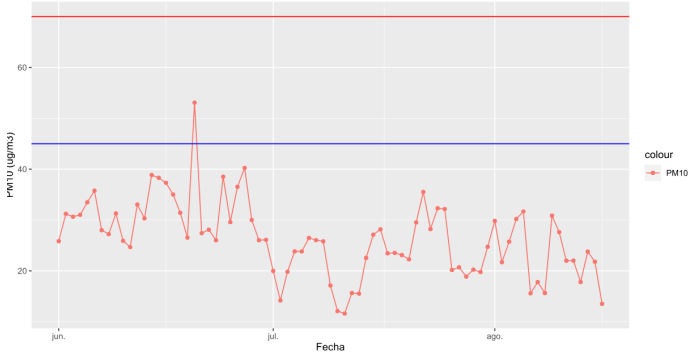

Figura 7. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N11 - Telesecundaria N°49

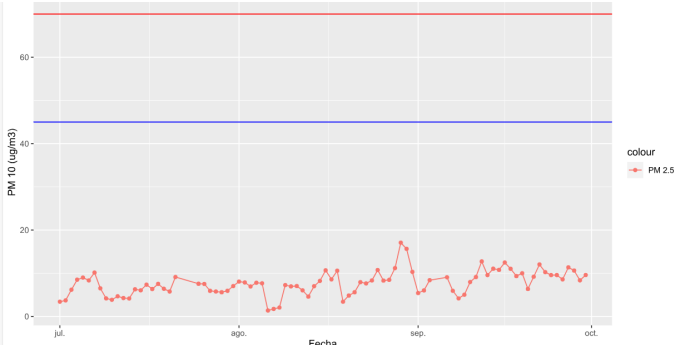

Figura 8. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N12 - Preparatoria Morelos

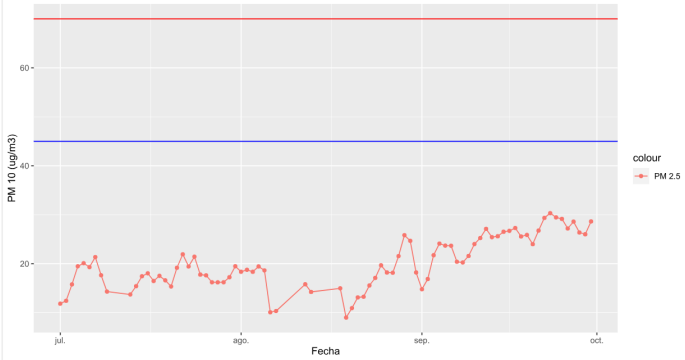

Figura 9. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N13 - Primaria Julieta Castro Hieras

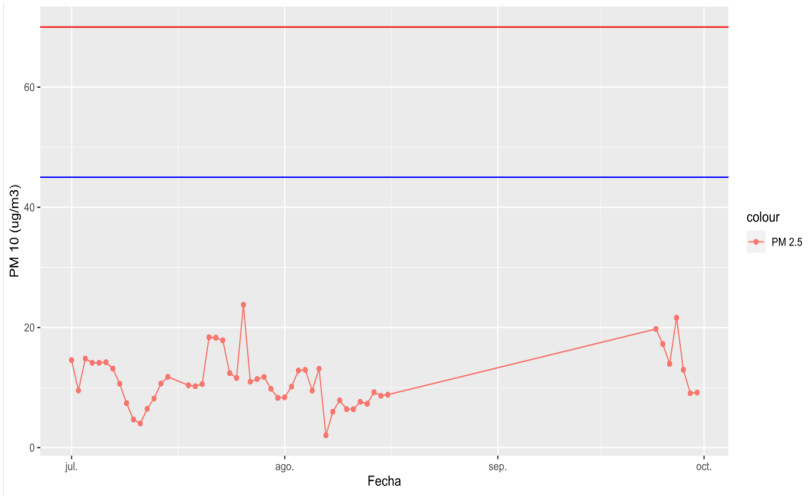

Figura 10. Serie de tiempo de promedios diarios de PM10 para la estación N17 - San Buto

2.1.2 Análisis y evaluación del PM2.5

A continuación, se presenta el análisis del contaminante criterio PM2.5, en donde se muestra la evaluación y análisis de la red de monitoreo ciudadano, tomando como base las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

2.1.2.1 Evaluación de promedios diarios

A partir de los datos diarios de 2022 y considerando las estaciones activas durante el periodo, en la tabla tres, se presenta la validación de los datos para PM10, considerando el criterio de compleción de al menos 75%, así también se presenta su evaluación considerando el límite máximo permisible presentado en la NOM-025-SSA1-2021(Tabla 1) para promedios diarios y la recomendación de la OMS (Tabla 2) para el mismo promedio.

En la tabla 5 se puede observar que 4 estaciones superaron los valores normados y 5 las recomendaciones de la OMS, sin embargo, hay que considerar que para algunas estaciones no se cuenta con el periodo completo.

Tabla 5. Evaluación de los promedios anuales de PM2.5 para cada estación

Estación	Cantidad de días evaluados	Cantidad de días válidos	Días que rebasan los niveles	
			NOM	OMS
N2- Libramiento norte	87	85	0	0
N3- Jardín ACMA	59	40	0	0
N7- CETMAR	29	22	0	0
N9- Pedregal	44	39	0	0
N10- Jardín Fundación LPZ	92	91	0	0
N11- Esc. Telesecundaria N°49	80	77	0	0
N12- Morelos	92	87	0	0
N13- Prim. Julieta Castro Hieras	91	81	0	60
N17- San Buto	55	52	0	7

A continuación se presentan los gráficos de series de tiempo para cada una de las estación, en donde se coloca el límite máximo permisible (NOM) (linea color rojo), y lo recomendado por la OMS (linea color azul). Asimismo el periodo de los datos (fecha) y las concentraciones de PM 2.5.

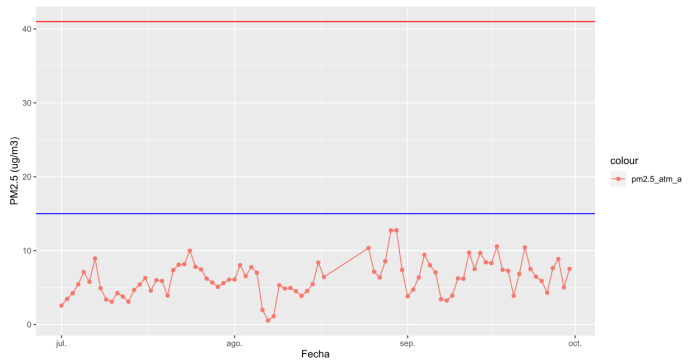

Figura 11. Serie de tiempo de promedios diarios de PM2.5 para la estación N2 - Libramiento norte

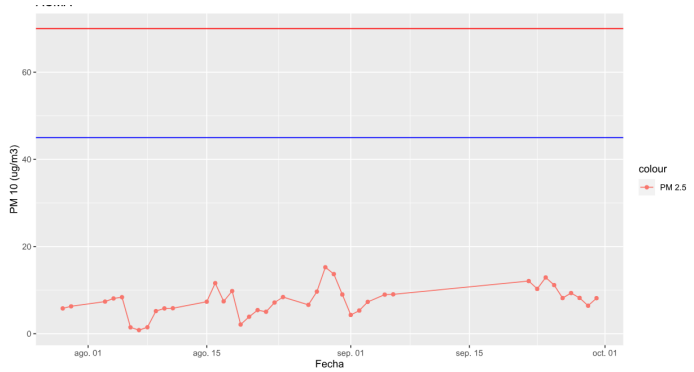

Figura 12. Serie de tiempo de promedios diarios de PM2.5 para la estación N3 - Jardín Angel Cesar M. A.

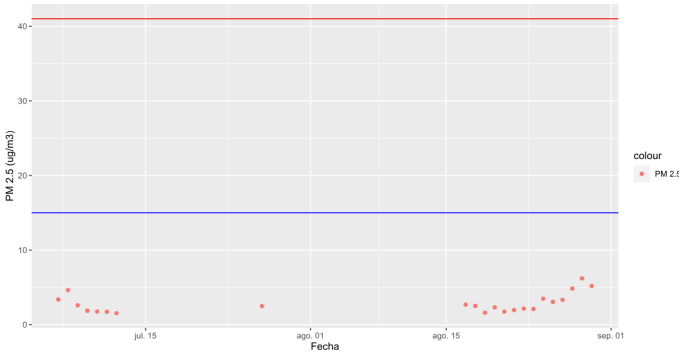

Figura 13. Serie de tiempo de promedios diarios de PM2.5 para la estación N7 - Preparatoria CETMAR

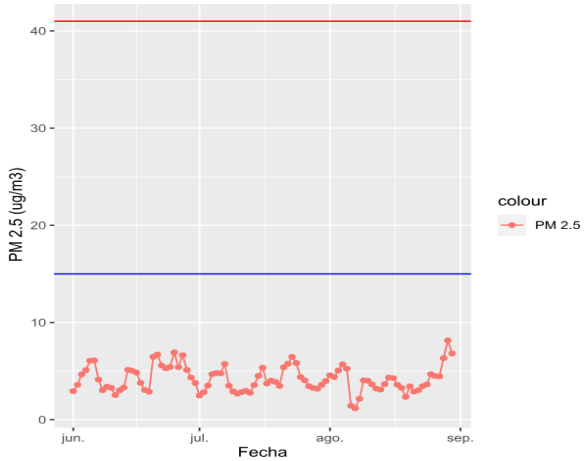

Figura 14. Serie de tiempo de promedios diarios de PM2.5 para la estación N10 - Jardín Fundación La Paz

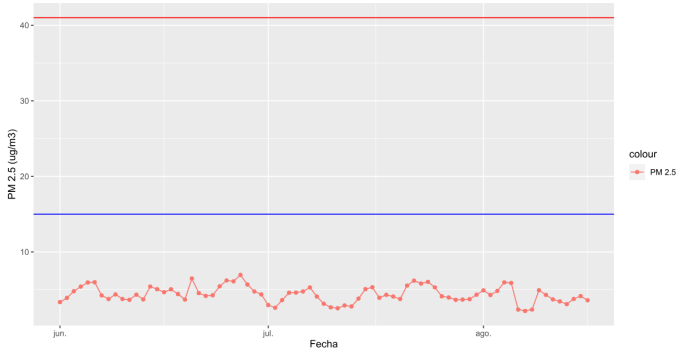

Figura 15. Serie de tiempo de promedios diarios de PM2.5 para la estación N11 - Telesecundaria N°49

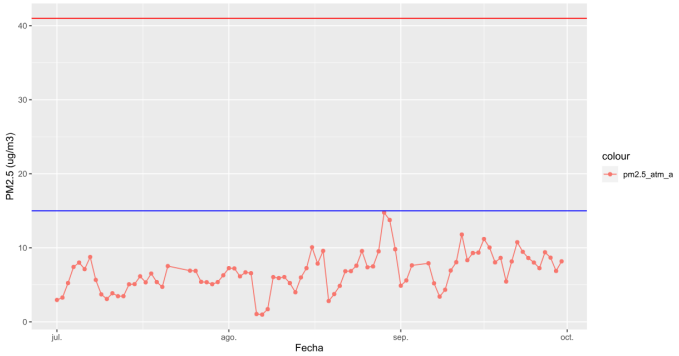

Figura 16. Serie de tiempo de promedios diarios de PM 2.5 para la estación N12 - Preparatoria Morelos

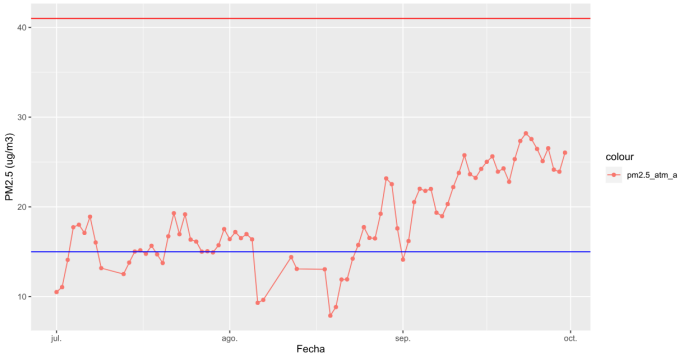

Figura 17. Serie de tiempo de promedios diarios de PM2.5 para la estación N13 - Primaria Julieta Castro Hieras

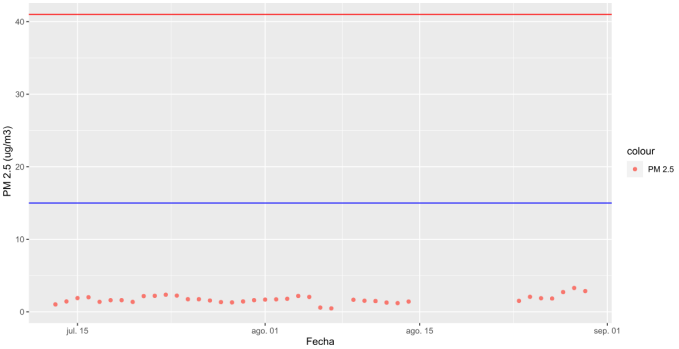

Figura 18. Serie de tiempo de promedios diarios de PM2.5 para la estación N9 - Pedregal La Paz

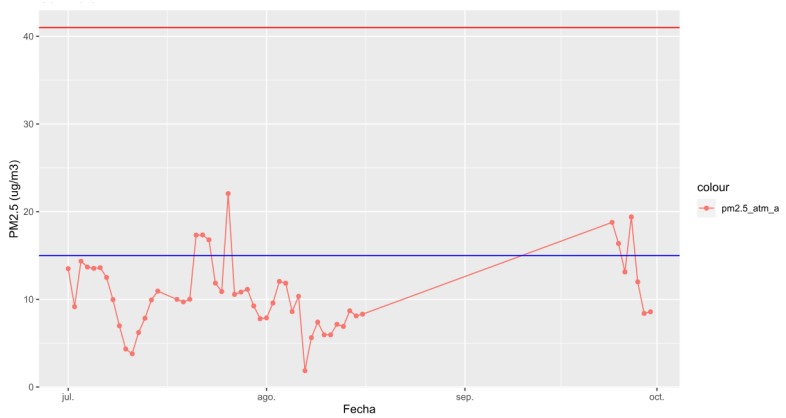

Figura 19. Serie de tiempo de promedios diarios de PM2.5 para la estación N17 - San Buto

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 del período abril - junio del 2023, 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) y sus lineamientos, y 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 SO2, NOx y O3, así mismo, se cuenta con un equipo manual en el que se miden partículas de tamaño menor o igual a 10 micras (PM10), 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 35).

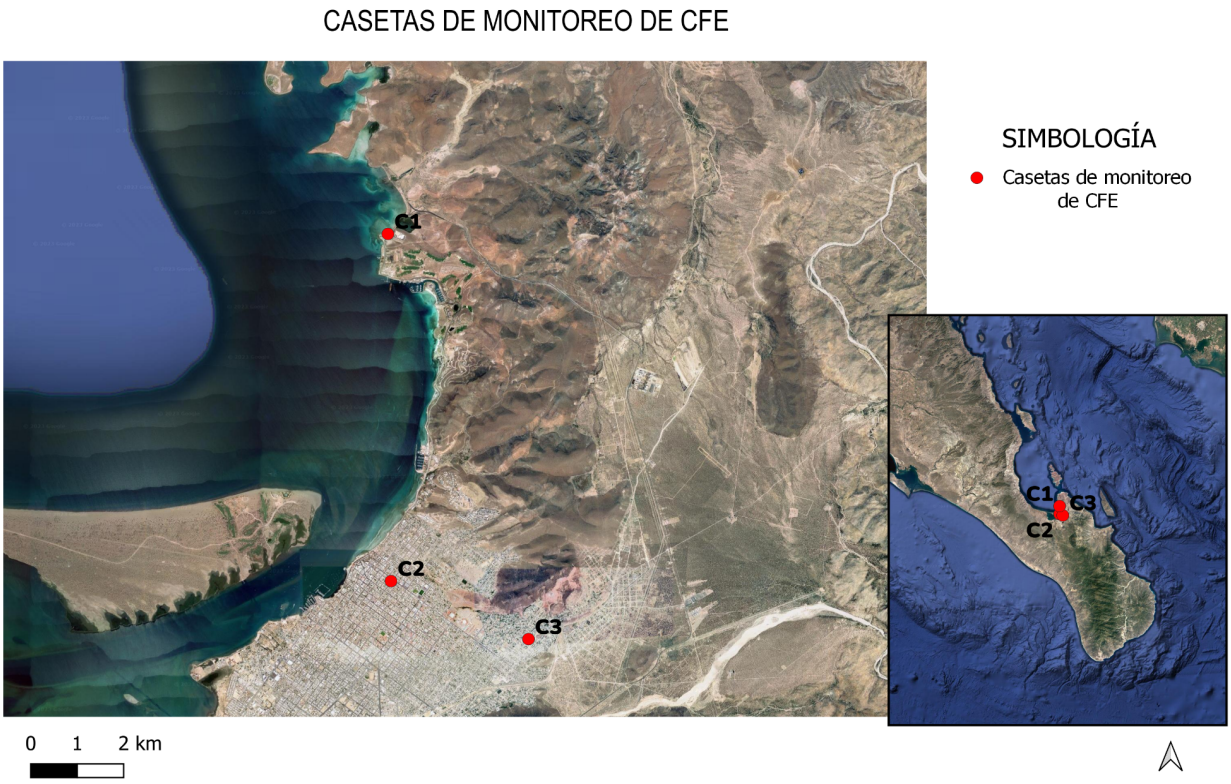

Figura 20. Distribución de estaciones de monitoreo CFE (Lt. Consulting, 2018)

2.2.1 Evaluación del material particulado (PM10)

Tabla 5. Evaluación de incumplimientos en datos diarios para PM10

Estación	Cantidad de días evaluados	Días que rebasan los niveles	
		NOM	OMS
E1	87	0	0
E2	87	0	80
E3	80	32	80

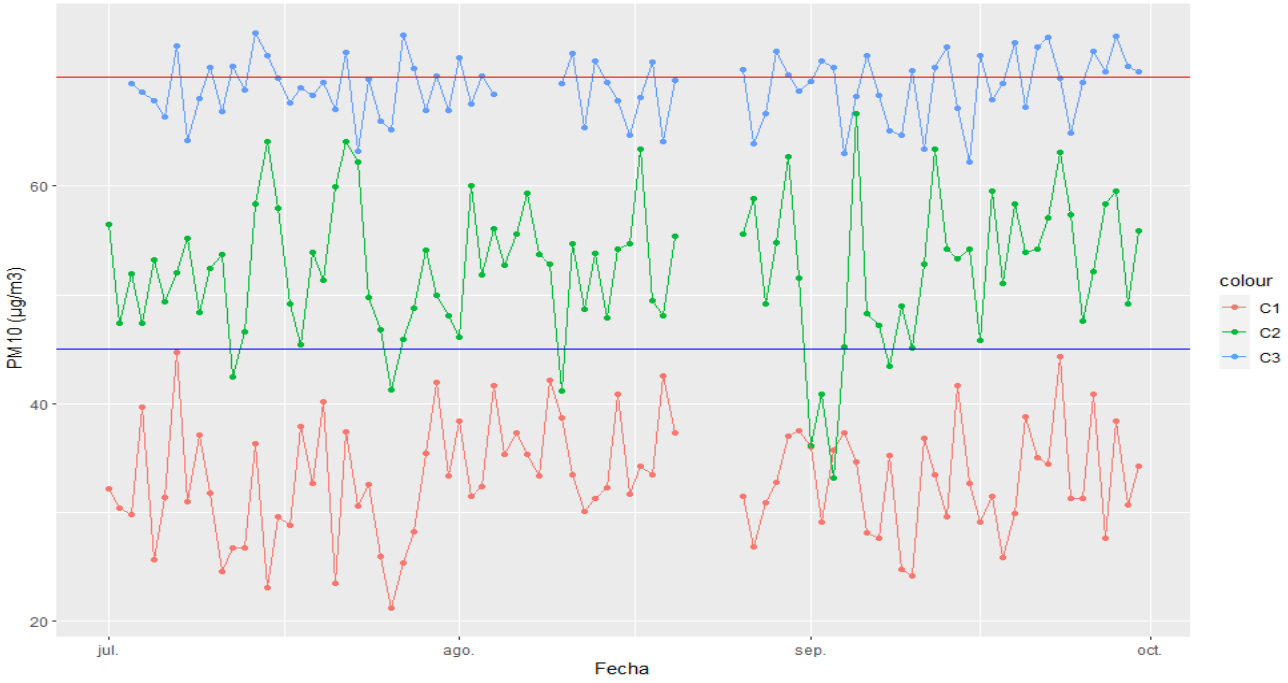

Figura 21. Serie de tiempo de PM10 para las tres estaciones de CFE

2.2.2 Evaluación del dióxido de azufre (SO2)

Tabla 6. Evaluación de incumplimientos en datos diarios para SO2

Estación	Cantidad de días evaluados	Días que rebasan los niveles	
		NOM	OMS
E1	87	0	0
E2	87	0	0
E3	80	0	0

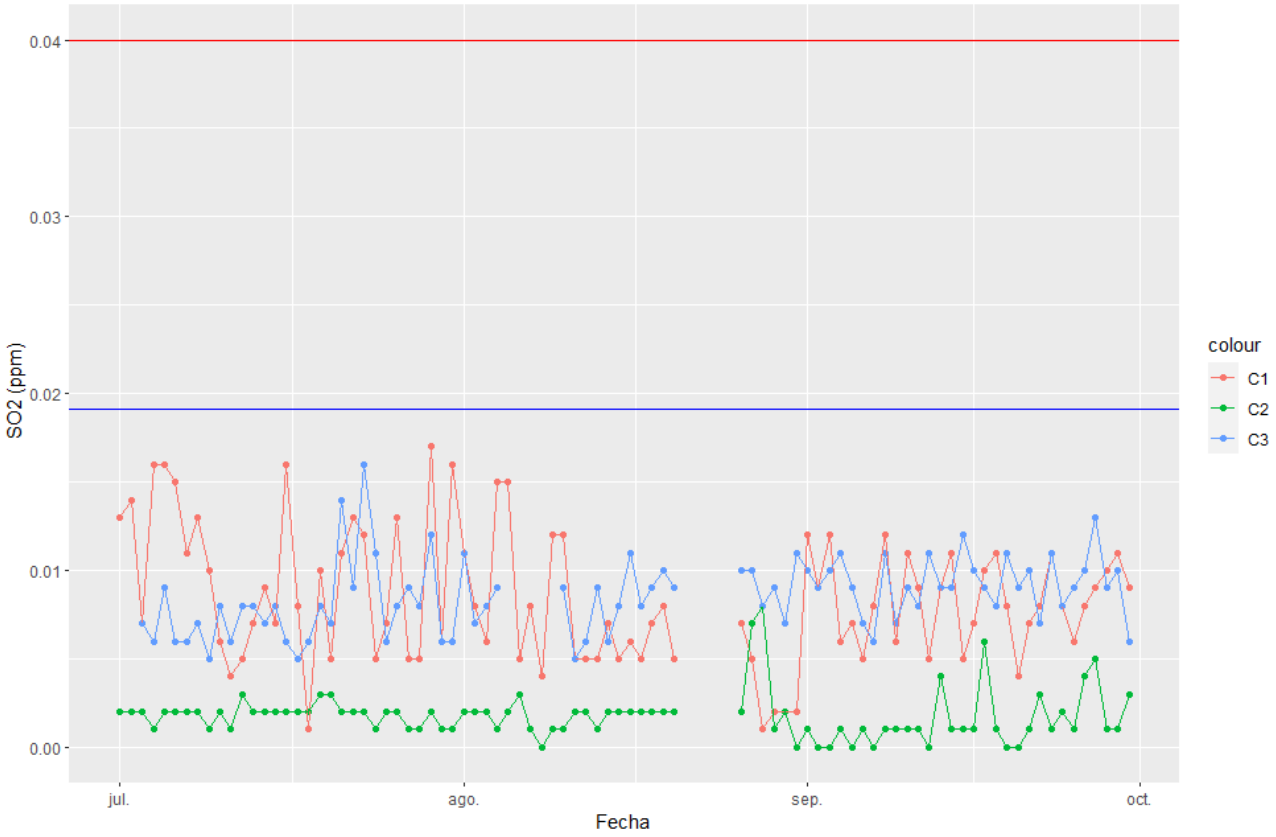

Figura 22. Serie de tiempo de SO2 para las tres estaciones de CFE

2.2.3 Evaluación del ozono (O3)

Tabla 7. Evaluación de incumplimientos en datos diarios para 03

Estación	Cantidad de días evaluados	Días que rebasan los niveles	
		NOM	OMS
E1	87	0	18
E2	87	0	0
E3	80	0	46

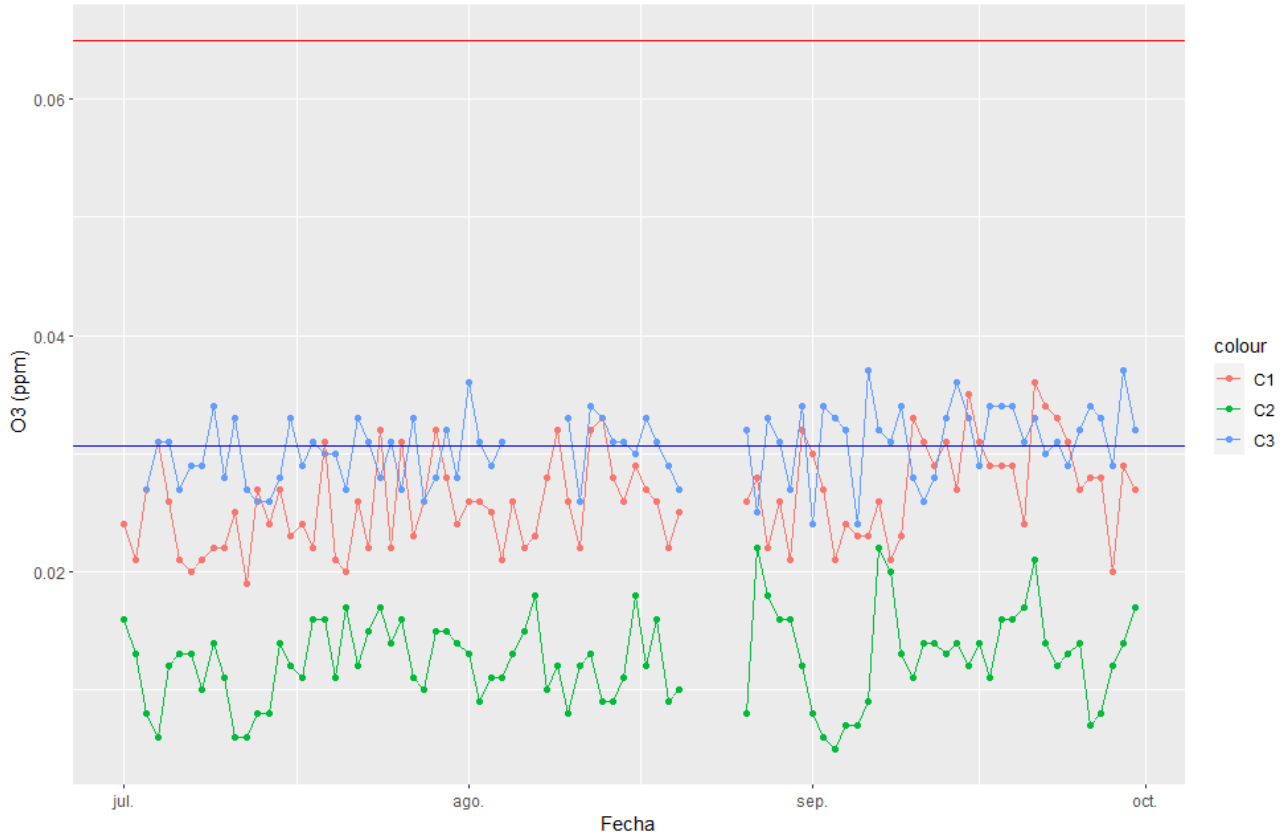

Figura 23. Serie de tiempo de O3 para las tres estaciones de CFE

2.2.4 Evaluación del dióxido de Nitrógeno (NO2)

Tabla 8. Evaluación de incumplimientos en datos diarios para NO2

Estación	Cantidad de días evaluados	Días que rebasan los niveles
		OMS
E1	87	6
E2	87	13
E3	80	80

Figura 24. Serie de tiempo del NO2 para las tres estaciones de CFE

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 april 2, 2023, 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 april 21, 2023, 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 april 21, 2023, from https://www.cdc.gov/niosh/idlh/10028156.html

Organización Mundial de la Salud. (2016). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Retrieved april 21, 2023, from Nota descriptiva website: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

SETUES (2018) Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Baja California Sur, México; Baja California Sur . Recuperado el 05 april de 2023 a partir de :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