



Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas



Esta obra es compartida bajo Licencia Creative Commons **CC BY-NC-ND 4.0**
Atribución/Reconocimiento – No Comercial - Sin Obra Derivada:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Usted es libre de:

Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

El licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia.

Bajo los siguientes términos:

Atribución: Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciente.

No Comercial: Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado.



Departamento de Ambiente y Turismo

Trabajo final de Tesis|Licenciatura en Ciencias Ambientales

Análisis de la calidad de aire en las ciudades de Dock Sud e Ingeniero White



Estudiante: Cuevas Florencia Belén

Legajo: 6784

Email: cuevas.flor.21@gmail.com

Directora: Mariana Riesgo

Email: mlriesgo@hotmail.com

Resumen

A nivel mundial, la contaminación atmosférica representa un grave riesgo tanto para el ambiente como para la salud, debido a la concentración en exceso de partículas de diámetro muy pequeño presentes en el aire producto de diversas fuentes de contaminación. Estas pueden ingresar al sistema respiratorio causando enfermedades cardiovasculares, respiratorias, derrames cerebrales y cáncer, o empeorando la situación de aquellas personas que poseen alguna patología previa.

A pesar de que existan leyes que regulan las emisiones de contaminantes atmosféricos, no resulta suficiente para poder controlarlas, dado que la mayoría de las industrias no cumplen con la normativa y tener un control de las emisiones vehiculares excede la posibilidad de reducción de la misma, al menos por el momento.

Existen distintos tipos de contaminantes presentes en la atmósfera, pero el de mayor relevancia en esta investigación es el material particulado, clasificado principalmente en dos grupos $PM_{2.5}$ y PM_{10} haciendo referencia al tamaño de la partícula y el efecto que produce en la salud y el ambiente. Según la Organización Mundial de la Salud, una de cada nueve muertes en todo el mundo es provocada por contaminación atmosférica. Y los 4,2 millones de muertes prematuras por año se deben a esta exposición a partículas de 2,5 micrones ($PM_{2.5}$). (OMS, 2018). Si bien pueden existir otros factores de riesgo que ocasionan muertes como el consumo de tabaco, la mayoría están relacionadas en mayor medida a la contaminación del aire.

El objetivo general de la investigación es analizar cómo varían estas concentraciones de material particulado y como afectan en la calidad de aire de las ciudades de Dock Sud e Ingeniero White, pertenecientes a la Provincia de Buenos Aires, ambas ubicadas en zonas de alta economía industrial, específicamente polos petroquímicos, durante el periodo comprendido entre 2016-2020. Para ello, se utilizarán datos recopilados de The World Air Quality Project que brindan las estaciones de monitoreo de calidad de aire de ACUMAR (Dock Sud) y del municipio de Bahía Blanca (Ingeniero White).

Palabras clave

Calidad de Aire- Dock Sud- Ingeniero White- Material Particulado- Contaminación del aire - Industrias Petroquímicas- IQA

Índice

1. Introducción	5
2. Antecedentes	7
3. Objeto	9
3.1 Objetivo general	9
3.2 Objetivos específicos	9
4. Marco Teórico	10
4.1 Calidad del aire	13
4.1.1 Características de la Calidad del aire	13
4.1.2 Material Particulado	16
4.1.3 Fuentes de emisión de contaminantes	18
4.2 Polos petroquímicos	19
4.2.1 Polo Petroquímico Dock Sud	21
4.2.2 Polo Petroquímico Ingeniero White	22
5. Marco normativo	24
5.1 Legislación internacional	24
5.2 Organización Mundial de la Salud (OMS)	25
5.3 Legislación nacional	26
5.4 Legislación de la provincia de Buenos Aires	27
6. Caracterización de las Áreas de estudio	30
6.1 Áreas de estudio	30
6.2 Dock Sud	32
6.2.1 Consecuencias Ambientales	33
6.2.2 Topografía	33
6.2.3 Suelo	34
6.2.4 Clima	35
6.3 Ingeniero White	36
6.3.1. Consecuencias Ambientales	37
6.3.2 Topografía	39
6.3.3 Suelo	39
6.3.4 Clima	41
7. Metodología	43
7.1 Lógica de investigación	43

7.2 Red de Monitoreo	43
8. Análisis y Resultados	47
8.1 Dock Sud, Material particulado PM ₁₀	48
8.1.1 Análisis global del periodo 2016-2020	58
8.2 Dock Sud, Material particulado PM _{2.5}	61
8.2.1 Análisis global del periodo 2016-2020	70
8.3 Ingeniero White, Material particulado PM ₁₀	74
8.3.1 Análisis global del periodo 2016-2020	84
8.4 Comparación de calidad de aire entre Dock Sud e Ingeniero White con PM ₁₀	87
9. Conclusiones y recomendaciones	91
Conclusiones	91
Recomendaciones	93
10. Agradecimientos	94
11. Bibliografía	95
12. Anexo	99



Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

1. Introducción

La contaminación atmosférica es una de las problemáticas más relevantes para la salud e incluso para el ambiente, debido a que algunos de los contaminantes a estudiar son partículas de diámetro muy pequeño que pueden penetrar en los pulmones y causar efectos nocivos para la salud humana y el ambiente en su conjunto. Toda sustancia que se encuentre presente en cantidades mayores a las habituales en el aire puede provocar daño en las personas y el ambiente. Este problema a nivel mundial tiene mucha repercusión debido a que es el causante del incremento del efecto invernadero y, como consecuencia, del cambio climático, producto de los gases y partículas emitidas de diversas fuentes contaminantes.

Si lo observamos a una escala media, estas sustancias pueden transportarse a cientos de kilómetros por factores meteorológicos causando fenómenos como lluvia ácida, eutrofización por el depósito de contaminantes en los cuerpos de agua, y acidificación de los suelos, entre otras. Y a una escala local, estos pueden causar un deterioro en la calidad de aire por el impacto que generan las emisiones de las industrias, de zonas rurales y urbanas, todas ellas contribuyen de alguna manera al aumento de contaminantes en el aire. (Querol, 2018)

Dentro de los contaminantes se pueden mencionar los que son emitidos de modo directo desde un foco emisor hacia la atmósfera denominados contaminantes primarios, y están los que se forman en la atmósfera por reacciones químicas, denominadas contaminantes secundarios. También se los divide en dos tipos según su estado físico: los gaseosos, que son aquellos que se encuentran en la atmósfera en forma de gases o vapores como el dióxido de azufre, monóxido de carbono, y ozono, entre otros. Y los particulados, que son aquellos que se encuentran en estado sólido o líquido suspendidos en la atmósfera (Vidal, 2012). Estos últimos son los más relevantes para el estudio que se llevará a cabo, debido a que son más tóxicas, diminutas y generan un gran impacto en la salud de las personas y sobre el ambiente. En cuanto a su composición, contiene sulfatos, nitratos, amonio, cloruro de sodio, hollín, polvos minerales y agua, aquellas que poseen un diámetro de 10 micrones PM_{10} pueden penetrar en la región traqueobronquial, y aquellas con un diámetro de 2,5 micrómetros $PM_{2.5}$ que son aún más dañinas, pueden atravesar la barrera pulmonar e ingresar a la cavidad alveolar (Vidal, 2012).

Las personas con patologías previas o aquellas que son de bajos recursos en situación de vulnerabilidad son las que más sufren esta contaminación del aire, ya sea a largo o corto plazo y dependiendo del tiempo de exposición, los efectos pueden ser muy dañinos e incluso pueden

provocar muertes. Estas partículas se encuentran suspendidas en el aire y son emitidas de diversas fuentes, en su mayoría producto de la quema de combustible fósil, entre ellas se encuentran la generación de energía, la producción industrial y el consumo de materiales y bienes, la movilidad y el transporte cotidiano de la población. Además, hay otros tipos de fuentes que contribuyen a la emisión de contaminantes atmosféricos como los vertederos de residuos sin ningún tipo de control o los incendios accidentales y no accidentales, la quema de residuos y cultivos. Y por último, sin ir muy lejos la utilización de las estufas y cocina en los hogares. Todos ellos de alguna manera aumentan la presencia de contaminantes en la atmósfera. (OPS, 2016)

Actualmente, se realizaron estudios que comprueban que el carbono negro que se encuentra en las $PM_{2.5}$ causan impactos en el ambiente y en la salud de las personas debido a su elevada toxicidad, su porosidad y su amplia superficie de contacto, lo que permite absorber gran cantidad de químicos durante la combustión. Por esa razón, varios países incorporaron en sus inventarios este contaminante y así poder estimar los impactos que produce en la salud (INECC, 2021).

Además, en vista de su tamaño, estas partículas pueden permanecer por largos periodos de tiempo en el aire y transportarse a largas distancias. En consecuencia, también producen efectos negativos en el ambiente. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2021). Con respecto a estos efectos el material particulado puede ser transformado o transportado por los procesos atmosféricos y depositados en distintos ambientes, provocando distintos efectos sobre los mismos, como la degradación de bosques, lagos y suelos, deterioro y daños en la vida silvestre y humana, corrosión de materiales, disminución de la visibilidad, lluvia ácida, acidificación de los lagos, alteración de los ciclos biogeoquímicos y cambio climático. La dispersión de estos contaminantes va a depender de la altura de la capa de mezcla y de la velocidad y dirección del viento, entre muchos otros factores. (Puccetti y Serio, 2020)

En la presente investigación el objeto de estudio es analizar la tendencia de concentración de material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} tomando como referencia los datos extraídos de The World Air Quality Project, que obtiene información de las estaciones de medición de calidad de aire de ACUMAR para la ciudad de Dock Sud y la Municipalidad de Bahía Blanca para la Ciudad de Ingeniero White, durante el periodo comprendido entre los años 2016-2020. Y luego de acuerdo a la información recolectada calcular el Índice de Calidad de Aire y observar cómo influyen en la calidad de aire de cada ciudad.

2. Antecedentes

Observatorio ambiental de Cartagena de Indias. (2015) Índice de calidad del aire.

Este índice de calidad de aire permite identificar la calidad de aire de una ciudad y su efecto sobre la salud. Tiene un rango que va desde 0 a 500 puntos. En esta investigación se analizaron tres distintas ciudades, en el cual se observó los niveles de $PM_{2.5}$ y CO y como estos tienen implicancia en la salud. Se tuvo en cuenta los horarios, las condiciones climáticas y se tomó los datos de estaciones fijas e indicativas para hacer el relevamiento de los contaminantes mencionados y poder evaluar las distintas concentraciones de forma mensual y anual.

Puccetti Lujan Carolina y Serio A. Leonardo. (2020) Revisión de los monitoreos de calidad del aire en la ciudad de Buenos Aires.

En este trabajo se recopiló información sobre la calidad de aire en la ciudad de Buenos Aires para analizar los contaminantes que se emiten y a que fuentes se los asocia. Las emisiones gaseosas y partículas mayormente provienen de fuentes vehiculares, seguidas por las plantas de generación de energía e industrias. A su vez, estas emisiones suelen dispersarse debido a las condiciones meteorológicas como el viento o la lluvia. Por esta razón se establecen estaciones de monitoreo para analizar cómo es la concentración de contaminantes, compararlos con la norma y en el caso de sobrepasar los niveles establecer estrategias para el control o disminución de los mismos.

Organización Mundial de la salud. (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.

En este informe mundial se analiza el estudio de cuatro contaminantes del aire, entre ellos el material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Además, se explica cómo estos afectan a la salud dependiendo del tiempo de exposición y las condiciones climáticas. El objetivo del informe es establecer una guía para lograr una buena calidad de aire y proteger la salud, observando el valor guía se puede fijar un objetivo para reducir el contaminante estudiado.

Comisión federal para la protección contra riesgos sanitarios. (2017). Clasificación de los contaminantes del aire ambiente. Gobierno de México.

En esta publicación se describe la clasificación de los tipos de contaminantes. En primer lugar, tenemos los contaminantes criterio que son aquellos que se encuentran en la norma con un límite máximo permisible de concentración en el ambiente con el fin de proteger la salud. Los principales que se miden de forma continua son el ozono, el dióxido de azufre, el monóxido de carbono, el

dióxido de nitrógeno, las partículas en suspensión PM_{10} y $PM_{2.5}$ y el plomo. En segundo lugar, tenemos los contaminantes tóxicos, que son aquellos que se encuentran en forma de gas o partículas en concentraciones bajas, pero con nivel de toxicidad que pueden ser peligrosas para la vida animal, humana y vegetal. Dependiendo del tiempo y la dosis de exposición de una persona va a ser el efecto sobre la salud. Los más tóxicos son el benceno, el tolueno y el xileno. Y por último tenemos los contaminantes biológicos, que son aquellos que son emitidos por un material vivo o en descomposición, como el moho, esporas, restos de animales o humanos, entre otras. Que tienen un impacto sobre la calidad del aire.

Normativa de la provincia de Buenos Aires

Decreto 1074/2018 es la nueva reglamentación de la Ley N.º 5965 DE PROTECCIÓN DE LAS FUENTES DE PROVISIÓN Y A LOS CURSOS DE AGUA Y A LA ATMÓSFERA. Donde se establecen las nuevas modificaciones respecto a la licencia de emisiones gaseosas a la atmósfera "LEGA", sobre los nuevos requerimientos de las solicitudes de descarga de efluentes gaseosos a la atmósfera, se crea el inventario provincial de gases de efecto invernadero que debe ser actualizado por OPDS, así como también estará a cargo del mismo organismo las metodologías para determinar las concentraciones de los contaminantes y llevará un registro de los otorgamientos de las LEGA autorizadas o denegadas.

En cuanto a los estándares de calidad de aire, se incorporan valores para $PM_{2.5}$ y se establece un cronograma para la reducción de valores de dióxido de azufre, dióxido de carbono y ozono en tres etapas.

3. Objeto

Análisis de las concentraciones de los contaminantes $PM_{2.5}$ y PM_{10} y su influencia en la calidad de aire en las ciudades de Dock Sud e Ingeniero White comprendidos entre los años 2016-2020.

3.1 Objetivo general

Analizar cómo varían las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} y cómo estos influyen en la calidad de aire en las ciudades de Dock Sud e Ingeniero White entre los años 2016-2020

3.2 Objetivos específicos

- Recopilar datos de The World Air Quality Project provenientes de las estaciones de monitoreo de ACUMAR (Dock Sud) y del Municipio de Bahía Blanca (Ingeniero White).
- Observar los datos históricos de $PM_{2.5}$ y PM_{10} y analizar tendencia y cumplimiento de normativa local y la propuesta por OMS.
- Calcular Índice de Calidad de Aire para el material particulado.
- Comparar los índices de calidad de aire de las ciudades de Dock Sud e Ingeniero White.

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

4. Marco Teórico

Ambiente: es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos, de las personas o de la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones futuras. (RSS,2019)

Calidad de aire: la calidad de aire se refiere a la presencia en mayor o menor medida de contaminantes en la atmósfera que puedan ser nocivos para la salud humana, para el medio ambiente en su conjunto y para otros bienes de cualquier naturaleza. Se establecen índices de calidad de aire que proporcionan valores indicativos del estado de la atmósfera en cuanto a un contaminante en específico. (AEMET, 2018)

Contaminación del aire: es la presencia en la atmósfera exterior de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en concentración y con tal duración y frecuencia de ocurrencia, que puedan afectar a la propiedad, a la vida humana, animal, o vegetal, que interfiera el goce de la vida o el ejercicio de actividades. (Decreto 1074/18)

Material particulado: son partículas inhalables y respirables compuestas de sulfato, nitratos, amoníaco, cloruro de sodio, carbón negro, polvo mineral y agua. Las partículas con un diámetro de menos de 10 micrones PM_{10} , incluidas las partículas finas de menos de 2,5 micrones $PM_{2.5}$, presentan los mayores riesgos para la salud, ya que son capaces de penetrar en los pulmones de las personas y entrar en su torrente sanguíneo. Las fuentes de PM incluyen motores de combustión, combustión de combustibles sólidos para la producción de energía en los hogares y la industria, así como también las actividades industriales. (World Health Organization, s.f)

Nivel guía de calidad de aire: Concentración de contaminantes debajo de cuyos valores se estima, para el grado de conocimiento del que se dispone, que no existirán efectos adversos en los seres vivos (Decreto 1074/18)

Índice de calidad de aire (ICA): Es un índice utilizado por las agencias gubernamentales para comunicar a la comunidad cuan contaminado se encuentra el aire en determinada zona. (Porta, Sanchez, Lerner. 2018)

Ciclos biogeoquímicos: son el conjunto de procesos donde se produce la circulación de materia inorgánica entre los organismos vivos y el medio ambiente. Se trata de reciclaje de nutrientes minerales entre la biosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera. (Zita, 2020)

Lluvia ácida: engloba cualquier forma de precipitación que presente elevadas concentraciones de ácido sulfúrico y nítrico. Se puede presentar en forma de nieve, niebla y partículas de material seco que se posa sobre la tierra. Generalmente, se define como aquella precipitación cuyo valor de pH es inferior a 5,6. (National Geographic, 2010)

Ozono: El ozono que se produce en la atmósfera es debido a los efectos de las radiaciones en los átomos de oxígeno, allí se dispersan por las capas dando origen a lo que se conoce como capa de ozono. Es un gas que se encuentra de forma natural en la atmósfera y protege la superficie de los rayos ultravioleta que provienen del sol en la estratosfera. Está compuesto por tres átomos de oxígeno y se caracteriza por su color azulado y su olor acre, en grandes concentraciones puede resultar tóxico. (Concepto Definición, 2021) El problema surge con el ozono troposférico que se forma mediante el proceso de smog fotoquímico a partir de los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos en conjunto con la radiación solar que puede afectar el sistema respiratorio inclusive si este se encuentra a bajas concentraciones. (Vidal, 2012)

Dióxido de azufre: se produce por la quema de combustibles fósiles y la fundición de minerales que contienen azufre. La exposición a este afecta al sistema respiratorio y la función de los pulmones y provoca irritación de los ojos. También puede agravar la bronquitis crónica y el asma. A su vez, si se combina con agua del aire puede formar ácido sulfúrico provocando lluvia ácida. (WHO, s.f) Vidal lo define como un gas incoloro, irritante y reactivo que puede traer afectaciones al sistema respiratorio y reducir las funcionalidades pulmonares. En cuanto al ambiente, puede reducir la visibilidad y producir lluvia ácida al igual que los óxidos de nitrógeno, además dañan los materiales por la composición de ácido sulfúrico. Sobre la vegetación puede alterar la fisiología y las funciones naturales de las plantas, y en la salud humana afecta al sistema respiratorio y los pulmones y causa irritación ocular. (Vidal, 2012)

Monóxido de carbono: es un gas incoloro e inodoro que en niveles altos puede causar daños en los humanos, afectando la cantidad de oxígeno transportado en el torrente sanguíneo a órganos críticos. Las principales fuentes de CO ambiental son los escapes de los vehículos de motor y las maquinarias que queman combustibles fósiles, debido a una combustión incompleta. (WHO, s.f). Vidal lo determina como un gas reductor, incoloro, y no irritante perteneciente a los constituyentes traza de la troposfera y su origen puede ser tanto antrópico como natural. En lo que respecta a los efectos que ocasiona su presencia en la atmósfera es por transformarse a dióxido de carbono, que es causante del cambio climático por contribuir con los gases de efecto invernadero. (Vidal, 2012)

Carbono negro: es un componente importante en $PM_{2.5}$ y uno de los impulsores del cambio climático. Es uno de los mayores contribuyentes al calentamiento global después del CO_2 . Además, disminuye los rendimientos agrícolas y acelera el derretimiento de los glaciares. (WHO, s.f)

Dióxido de nitrógeno: emitido por fuentes de generación de energía, industriales y de tráfico, es la fuente principal de los aerosoles de nitrato, que constituye una parte relevante de las $PM_{2.5}$ y en presencia de luz ultravioleta es precursor de la formación del ozono troposférico. (O.M.S., 2021)

Otra autora lo define como un gas pardo rojizo muy visible y los efectos sobre el ambiente es reducción de la visibilidad, contribuye al cambio climático, influye en la formación del ozono troposférico y en la lluvia ácida. En altas concentraciones es capaz de dañar la vegetación causando defoliación, clorosis, influye negativamente en la producción y crecimiento de algunas especies y con respecto a la salud, influye en el sistema respiratorio causando fagocitosis, disminuye la resistencia del pulmón ante infecciones, afecta a las personas asmáticas, aumenta el riesgo de cáncer, entre otras afecciones respiratorias. (Vidal, 2012)

Estaciones de medición de calidad de aire: consiste en una caseta que contiene diversos equipos destinados a medir las concentraciones de uno o más contaminantes del aire y ciertos parámetros meteorológicos. Estas se pueden clasificar según su tipo de operación como estaciones manuales, automáticas o mixtas, y según su movilidad como estaciones fijas o móviles. (Instituto nacional de ecología, s.f)

ACUMAR: Autoridad De Cuenca Matanza Riachuelo, se encarga de atender la situación ambiental del Río Matanza Riachuelo y su entorno. Es un organismo público que ejerce su competencia en la región y trabaja en su saneamiento. Este es autónomo, autárquico, interjurisdiccional, abarca 14 municipios de la provincia de Buenos Aires y 9 comunas de la ciudad de Buenos Aires. (ACUMAR, s.f)

The World Air Quality Project: es un proyecto sin fines de lucro iniciado en 2007. Su misión es promover la concientización sobre la contaminación del aire entre los ciudadanos y proporcionar una información unificada y mundial sobre la calidad del aire. El proyecto proporciona información transparente sobre la calidad del aire para más de 130 países, cubriendo más de 30.000 estaciones de 2000 ciudades importantes, a través de dos sitios web: aqicn.org y waqi.info. (AQICN, 2007)

Combustible fósil: son los hidrocarburos como petróleo y gas, y también incluye al carbón. Estos se forman a partir de materia orgánica proveniente de plantas, microorganismos, bacterias y

algas, que mediante fotosíntesis transforman en energía química la energía electromagnética del sol. Estos son recursos no renovables, es decir, que una vez producidos y utilizados no son reutilizables y no pueden volver a generarse. (Educ.ar y Fundación YPF,2015)

4.1 Calidad del aire

4.1.1 Características de la Calidad del aire

La calidad del aire es un tema de gran relevancia y de minuciosa investigación e interés a nivel mundial. Debido a que el deterioro de esta misma por la interacción de la ciudad con el entorno natural trae numerosas consecuencias a nivel salud y ambiental. Las diversas actividades urbanas en relación con la economía y lo social, como la provisión de servicios, la producción de materiales y bienes, el consumo de combustible, las industrias y el transporte, entre otras, influyen en la concentración y comportamiento de contaminantes del aire, contribuyendo a la modificación de la calidad de aire de la sociedad. A su vez, existen factores que influyen en la calidad del aire, estas son las condiciones climáticas y geográficas (Semarnat, 2015)

Existen tres herramientas para determinar la calidad del aire, una es mediante modelos de dispersión desde la fuente de emisión, la otra es mediante monitoreos del ambiente y la última es por inventarios o medición de emisiones. La finalidad del monitoreo es recopilar datos y proporcionar información a los científicos, a los que se encargan de formular políticas y a los que planifican la gestión y mejoramiento del ambiente. Es importante reconocer que estos tienen limitaciones, por lo cual no puede aspirar a cuantificar de manera integral los patrones de contaminación del aire, se debe de combinar con otras técnicas para evaluar la calidad de aire. Así mismo sucede con los modelos de dispersión y los inventarios de emisiones, por lo tanto, se los debe comprender como elementos interrelacionados a la hora de estudiar la calidad de aire. (OMS, 2004)

Para evaluar la calidad del aire en función de monitoreos se determina la concentración media de los contaminantes en un periodo de tiempo determinado. Una vez que se estiman esos valores de concentración, se los compara con las normas de calidad de aire de cada país o jurisdicción, donde se establecen los valores máximos admisibles de cada contaminante, para luego poder establecer diversas estrategias de control y disminución de los mismos. (Ain Mora, 2020).

Mediante estas concentraciones se puede definir la calidad de aire de una ciudad utilizando como herramienta el índice de Calidad de Aire ICA o por sus siglas en inglés AQI, este hace referencia a la cantidad de contaminantes nocivos presentes en el aire y se calcula con una función que tiene

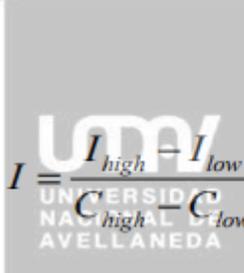
en cuenta los umbrales establecidos por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) regulado por la Ley de Aire Limpio. Y luego se comunica al público los resultados sobre el aire que se respira y las condiciones en las que se encuentra. Se basa en un gráfico con distintos colores y valores que ayudan a la comprensión de la calidad de aire (Tabla 1), se establece una escala arbitraria entre 0 y >500 y el resultado se los clasifica en seis categorías de peligrosidad determinando la calidad de aire de la zona, que va desde rojo a verde. Se considera buena en color verde con un valor de 0 a 50, moderada en color amarillo con valores de 51 a 100, no saludable para grupos sensibles en color naranja con valor de 101 a 150, se considera insalubre en color rojo con valores de 151 a 200, muy insalubre a la salud en color púrpura con valores de 201 a 300 y por último peligroso en color granate con un ICA superior a 301. A su vez, la EPA establece un AQI para los cinco contaminantes más relevantes a nivel mundial denominados contaminantes criterios, entre ellos el ozono troposférico, material particulado, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. (Air Now, 2022)

Color diario de AQI	Niveles de preocupación	Valores del índice	Descripción de la calidad del aire
Verde	Bien	0 hasta 50	La calidad del aire es satisfactoria y la contaminación del aire presenta poco o ningún riesgo.
Amarillo	Moderado	51 hasta 100	La calidad del aire es aceptable. Sin embargo, puede haber un riesgo para algunas personas, particularmente aquellas que son inusualmente sensibles a la contaminación del aire.
naranja	No saludable para grupos sensibles	101 hasta 150	Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos sobre la salud. Es menos probable que el público en general se vea afectado.
rojo	Insalubre	151 hasta 200	Algunos miembros del público en general pueden experimentar efectos sobre la salud; los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos de salud más graves.
Púrpura	Muy insalubre	201 hasta 300	Alerta de salud: el riesgo de efectos en la salud aumenta para todos.
Granate	Peligroso	301 y superior	Advertencia de salud de condiciones de emergencia: todos tienen más probabilidades de verse afectados.

Tabla 1. Clasificación del AQI con sus respectivos valores y descripción de la calidad de aire. Fuente: AirNow, 2022

Para calcular el ICA se requiere de la concentración de un contaminante en cierto periodo de tiempo que es obtenido por una estación de monitoreo, y luego utilizar ese valor obtenido en la ecuación para obtener el resultado de la calidad del aire. Una vez obtenido el valor del ICA se agrupa en el rango correspondiente, cada uno posee un color, descripción y un aviso de salud pública.

La ecuación que se utiliza para el cálculo es la siguiente:



$$I = \frac{I_{high} - I_{low}}{C_{high} - C_{low}} (C - C_{low}) + I_{low}$$

En donde:

I= Índice de calidad de aire (ICA)

C= concentración de contaminantes

C(low)= punto de ruptura de la concentración que es d C

C(high)= punto de ruptura de la concentración que es e C

I(low)= punto de ruptura del índice correspondiente a C(low)

I(high)= punto de ruptura del índice correspondiente a C(high)

Para cada uno de los contaminantes criterios se utilizan los valores de corte propuestos por la EPA (Tabla 2) (Porta, Sanchez y Lerner, 2018) Cabe mencionar que la determinación del ICA conlleva el análisis de varios contaminantes y la mayoría de ellos no poseen un ICA asociado.

O ₃ (ppb)	O ₃ (ppb)	PM _{2.5} (µgm ⁻³)	PM ₁₀ (µgm ⁻³)	CO (ppm)	SO ₂ (ppb)	NO ₂ (ppb)	ICA
C _{low} - C _{high} (media)	C _{low} - I _{high}						
0-54 (8 h)	-	0.0-12.0 (24 h)	0-54 (24 h)	0.0-4.4 (8 h)	0-35 (1 h)	0-53 (1 h)	0-50
55-70 (8 h)	-	12.1-35.4 (24 h)	55-154 (24 h)	4.5-9.4 (8 h)	36-75 (1 h)	54-100 (1 h)	51-100
71-85 (8 h)	125-164 (1-hr)	35.5-55.4 (24 h)	155-254 (24 h)	9.5-12.4 (8 h)	76-185 (1 h)	101-360 (1 h)	101-150
86-105 (8 h)	165-204 (1-hr)	55.5-150.4 (24 h)	255-354 (24 h)	12.5-15.4 (8 h)	186-304 (1 h)	361-649 (1 h)	151-200
106-200 (8 h)	205-404 (1-hr)	150.5-250.4 (24 h)	355-424 (24 h)	15.5-30.4 (8 h)	305-604 (24 h)	650-1249 (1 h)	201-300
-	405-504 (1-hr)	250.5-350.4 (24-hr)	425-504 (24-hr)	30.5-40.4 (8-hr)	605-804 (24-hr)	1250-1649 (1-hr)	301-400
-	505-604 (1-hr)	350.5-500.4 (24-hr)	505-604 (24-hr)	40.5-50.4 (8-hr)	805-1004 (24-hr)	1650-2049 (1-hr)	401-500
							Bueno
							Moderado
							Insalubre para grupos sensibles
							Insalubre
							Muy insalubre
							Peligroso
							Peligroso

Tabla 2. Valores de corte utilizados por la EPA para el cálculo del ICA. Fuente: Air Now, 2022

4.1.2 Material Particulado

El material particulado son partículas en suspensión en la atmósfera que pueden ser emitidas de fuentes o formarse por la oxidación de contaminantes primarios. Estas partículas pueden traer consecuencias en la salud humana y sobre el ambiente. (Represa, Abril, Ojeda, Garcia, Ferreyra, 2018) Según un informe de Perú, es una mezcla de partículas sólidas microscópicas y gotas líquidas suspendidas en el aire que se clasifican en función de su tamaño, siendo así las de tamaño menor a 10 micras (PM_{10}) las menores a 2,5 micras ($PM_{2.5}$) y de una micra (PM_1). Estas provienen de combustibles fósiles que contienen azufre y de oxidantes fotoquímicos formados en la atmósfera por reacciones químicas.

Un estudio que se realizó en la ciudad de La Plata analizó la composición química del material particulado y encontró que está compuesto por metales pesados como cadmio, cobre, manganeso y plomo. (Giuliani, Orte, Martins, Matamoros, Colman, Porta). Los impactos sobre la salud que generan afectan al sistema respiratorio debido al tamaño de la partícula que puede ingresar a las cavidades más profundas de los pulmones. Existen investigaciones que evidencian que estas causan la mortalidad prematura por problemas cardiovasculares, respiratorias y cáncer pulmonar, también produce insuficiencia cardiaca, asma bronquial, cardiopatía coronaria, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y efectos sobre el peso de los bebés y aumento de nacimientos prematuros. (Ministerio de Ambiente de Perú, 2014)

En cuanto a los problemas en el ambiente debido a los procesos naturales atmosféricos, estos son capaces de transformar, transportar y depositar estas partículas en el aire sobre el medio natural como bosques, lagos, suelos, así como también sobre los materiales de los edificios, causando la corrosión de los mismos, dentro de las consecuencias que pueden provocar estas partículas se puede mencionar el deterioro de la vida silvestre, lluvia ácida, acidificación de los lagos, afectación en la visibilidad, alteración en los ciclos biogeoquímicos y el cambio climático, entre otras. (INECC, 2021)

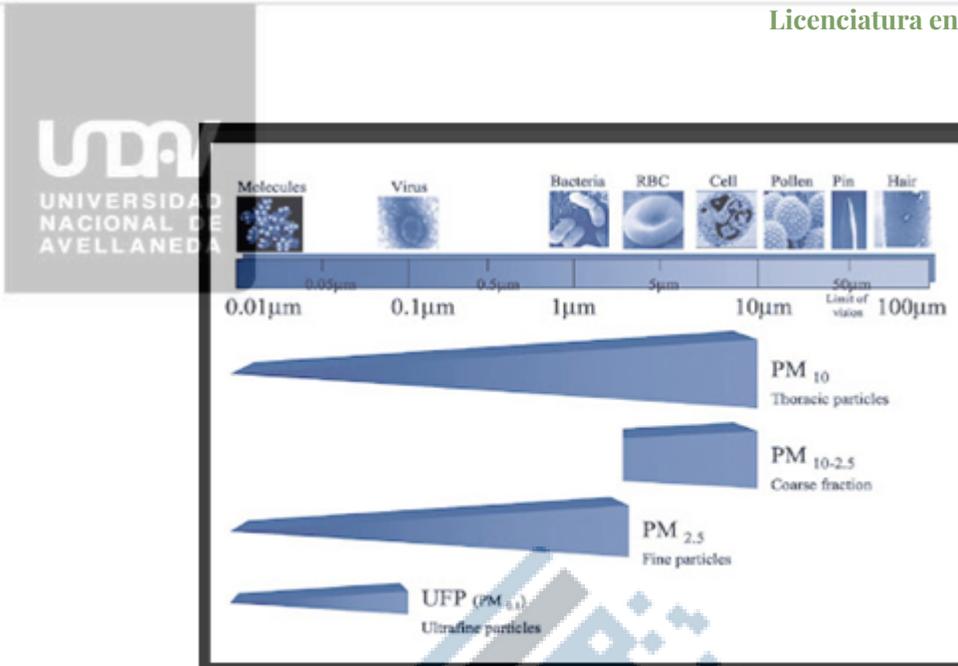


Imagen 1. Clasificación del material particulado con su respectivo tamaño. Fuente: Gil, Linares, Cristina. Jiménez, Díaz, Julio

Las partículas gruesas (PM₁₀) se forman por la separación de partículas en procesos de rotura, molturación, abrasión y evaporación. Mientras que existen otras que se generan por la reacción de gases ácidos con carbonatos o con cloruro de sodio. Estas pueden ingresar a la región traqueobronquial, como se puede observar en la imagen 2, y agravar los problemas respiratorios. (Vidal, 2012) Su efecto va a depender del tiempo de exposición y de la composición química, de igual manera puede producir irritación en los conductos respiratorios, empeorar el asma y contribuir con las enfermedades cardiovasculares. (López, 2011)

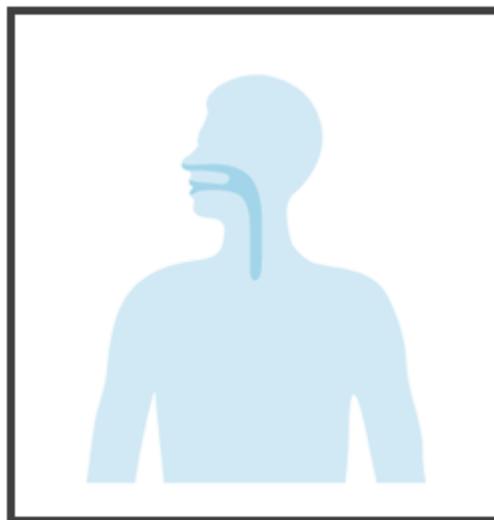


Imagen 2. La imagen indica hasta donde puede ingresar las partículas PM₁₀, región traqueobronquial. Fuente: Vidal, 2012

Las partículas $PM_{2.5}$ se pueden formar por la reacción química de otros contaminantes como los dióxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco, carbono negro, polvo mineral, agua y compuestos orgánicos volátiles. Debido a su tamaño, tienen la capacidad de permanecer en el aire suspendidas por largos periodos de tiempo e ingresar al torrente sanguíneo al inhalarse, como se observa en la imagen 3. En cuanto a la exposición a corto plazo, provoca irritación en la garganta y en las vías respiratorias, tos y problemas al respirar. Y a largo plazo las consecuencias pueden ser aún peor, provocando bronquitis, enfisema, arritmia, ataques cardíacos, asma, enfermedad cardiaca y pulmonar e incluso muertes prematuras. (IQAIR, 2021)

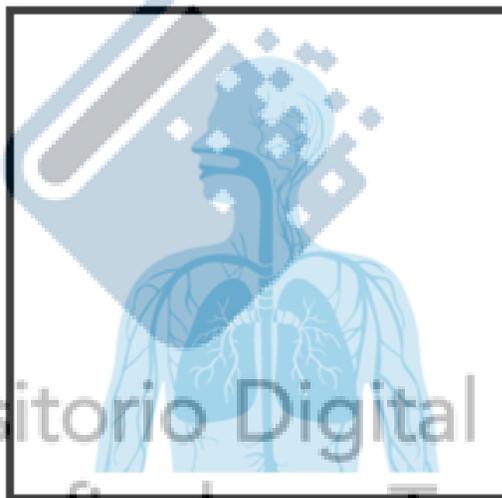


Imagen 3. La imagen muestra hasta donde pueden ingresar las partículas $PM_{2.5}$, región del torrente sanguíneo. Fuente: Vidal, 2012.

4.1.3 Fuentes de emisión de contaminantes

Las fuentes de emisión pueden ser de procesos naturales que pueden variar según las condiciones estacionales, geológicas, meteorológicas y tipo de vegetación. Estas se clasifican en biogénicas y geogénicas. Las últimas incluyen las cenizas de incendios y erupciones volcánicas, aerosoles que se forman por la acción del viento sobre los océanos y la turbulencia del mar, el polvo de los suelos secos y el polen, entre otras. Y las biogénicas incluyen los compuestos oxigenados, como aldehídos y cetonas, compuestos cíclicos y lineales insaturados.

Otra fuente de emisión de partículas finas son antropogénicas, en donde se incluye los contaminantes que el hombre libera hacia la atmósfera. Este se lo clasifica en cuatro grupos:

-Las fuentes domésticas: incluye los contaminantes que son emitidos de áreas residenciales. Como los que emiten las chimeneas, la calefacción y la combustión doméstica.

-Las fuentes comerciales: incluyen aquellos contaminantes que son emitidos por algún proceso de limpieza como los disolventes.

-Las fuentes industriales: incluye a aquellos contaminantes que son emitidos por procesos de industrias o fábricas, como la combustión, refinación de minerales sulfurados, fundidoras no ferrosas, refinerías de petróleo, metalúrgicas, entre otras. Así como también las fábricas de fertilizantes nitrogenados, fábrica de explosivos, fábrica de papel, etc. Las emisiones de material particulado de mayor tamaño son las cenizas de combustión de carbón, derivados del petróleo y residuos de canteras y mineras.

-Las fuentes relacionadas con el transporte: Los COVS y CO son productos de combustión incompleta de motores de automóvil, la mayoría es emitida por el caño de escape.

Las fuentes de emisión también pueden ser clasificadas en fuentes fijas y móviles.

-Las fuentes fijas: son aquellas que operan en un punto fijo como las chimeneas, a su vez se dividen en fuente puntual, de área y de línea. La puntual hace referencia a un punto fijo donde se emiten los contaminantes a la atmósfera, la fuente de Área hace referencia a las que se emite de un área específica como una ciudad, un incendio forestal o estaciones de servicio, y las fuente de línea hace referencia a las emisiones que proceden del transporte a lo largo de una línea como ferrocarriles, rutas de aviación, navegación de barcos en canales, entre otras.

-Las fuentes móviles: son aquellas que se pueden desplazar de forma autónoma y emiten los contaminantes en su trayecto, como por ejemplo los automóviles, trenes, aviones, etc. (Porta, Sanchez y Lerner, 2018)

4.2 Polos petroquímicos

La industria petroquímica utiliza el petróleo o el gas natural como materia prima para obtener productos químicos. Gran parte de los productos químicos se producen a través de hidrocarburos, como el metano, etano, propano, butano y aromáticos derivados del benceno, estos se llevan a cabo en refinerías por medio de procesos que implican cambios físicos y químicos de los hidrocarburos. Además, requiere de medidas de seguridad para evitar daños ambientales debido a que sus procesos generan un impacto ambiental y emiten contaminantes. Los productos de la industria petroquímica se dividen en tres. En primer lugar, se encuentran los productos petroquímicos básicos como olefinas, aromáticos y gas de síntesis, usados en la producción de petroquímicos finales o en otros sectores industriales, de estos derivan los productos intermedios que serían los segundos productos que se obtienen, y por último se encuentran los productos

finales que se obtienen de los productos básicos o los intermedios que son utilizados por la industria manufacturera. (Texido, 2013)

Los polos petroquímicos son industrias que amenazan a la población con sus riesgos y contaminación ambiental, este riesgo se lo asocia a las posibles fugas tóxicas, incendios y explosiones. En cuanto a los riesgos ambientales, se debe por la contaminación de los cursos de agua por el vertido de efluentes líquidos, atmosférica por la emisión de efluentes gaseosos que pueden afectar la salud humana con desórdenes neurológicos, inmunológicos, respiratorios, reproductivos, entre otros. (Gutiérrez, 2017) Debido a la combustión del petróleo y de la gasolina en los motores de combustión interna da lugar a compuestos orgánicos que se condensan en el aire y forman las partículas menores a 1 mm de diámetro que tienen una duración de una hora.(OMS,2004). Dentro de los contaminantes atmosféricos se pueden mencionar el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, carbono y material particulado. También aportan a la contaminación del suelo por el vuelco de hidrocarburos y sonora por el ruido de las maquinarias. (Imagen 4)

CONTAMINACION GENERADA POR LA INDUSTRIA PETROQUIMICA BASICA	
I. Contaminantes en el aire	
i. Contaminantes en el Aire	
Hidrocarburos	(HC)
Monóxido de carbono	(CO)
Hidrocarburos clorados	(HCl)
Oxidos de nitrógeno	(NO)
Partículas	
Oxidos de nitrógeno	(NO _x)
Partículas	
Anhidrido sulfuroso	(SO ₂)
Acido sulfídrico	(H ₂ S)
II. Contaminantes en el Agua	
Desechos de petróleo (parafinas, olefinas, nitrilos).	
Sobrantes de reacciones químicas.	
Derrames, y lavado de tanqueros.	
Desechos sanitarios.	
Esgurrimientos.	
Químicos orgánicos, metales pesados.	
Sólidos en suspensión.	
Aguas de enfriamiento (altas temperaturas).	
III. Contaminación Sensorial	
Ruido.	
Olor.	

Imagen 4. Distintos tipos de contaminación por la industria petroquímica. Fuente: Szekely, 1981

4.2.1 Polo Petroquímico Dock Sud

El polo petroquímico de Dock Sud se conformó en 1930 con la llegada de las distintas empresas sin seguir un diseño de urbanización ambiental, llegó a abarcar una superficie de 380 hectáreas y se encuentra situado en el barrio Villa Inflamable con cercanía a poblaciones, lo cual trajo una complejidad socio-ambiental debido a las industrias peligrosas presentes en el polo. Estaba compuesta por más de 44 empresas, de las cuales 25 eran consideradas de alto riesgo, debido a que son generadoras de metales pesados como plomo y cromo, gases tóxicos como tolueno, benceno y xileno que provocan cáncer.

Las principales actividades que se desarrollaban en el polo son: refinerías de petróleo, plantas de recepción de petróleo y sus derivados, plantas de tratamientos de productos químicos y depósitos de productos químicos, también existe una central termoeléctrica, hornos incineradores, industrias de producción de aceite, grasas y jabones y una planta de coque.

Es menester destacar el caso de villa inflamable al ser el barrio más cercano al polo se la destaca como la zona con más riesgo ambiental. Se realizaron estudios ambientales internacionales, provinciales y municipales para evidenciar dicho riesgo. Se llegó a encontrar plomo en sangre en niños lo cual llevó a relocalizar a estas familias. Y se calificó a la zona como no apto para residencia por la exposición a la calidad de aire asociada a las actividades industriales. Sumado a esta problemática también se encontraban los basurales a cielo abierto y rellenos clandestinos, la ausencia de servicios de agua potable y redes cloacales, la escasa recolección de servicios, y la edificación de las casas sobre lagunas contaminadas con relleno de contaminantes de las industrias del polo. En su momento todo esto aumentaba el riesgo en todos los pobladores del barrio. (Fernández, 2016) Además gran parte de la población había presentado afecciones dermatológicas, broncoespasmos, asma. Entre otras afecciones respiratorias.

Hoy día el Polo petroquímico de Dock Sud se denomina Polo hidrocarbúfero debido a que no se realizan más las actividades que conllevan la destilación y fraccionamiento de productos y subproductos derivados del petróleo, sino que solo se dedican a la recepción, almacenaje, despacho de combustibles y/o derivados de hidrocarburos, a la carga general no contenerizada, a la contenerizada y a la extracción y comercialización de áridos para la construcción. (Consortio de Gestión del Puerto de Dock Sud, 2020) A su vez existe un convenio entre la Secretaría de Energía y el Puerto de Dock Sud que tiene como objetivo evaluar y mejorar los mecanismos de control, seguridad y desarrollo en el polo hidrocarbúfero de Dock Sud. (Ámbito, 2021)



Imagen 5. Delimitación del polo petroquímico Dock Sud. Fuente: elaboración propia

4.2.2 Polo Petroquímico Ingeniero White

En 1968 se originó el Polo Petroquímico de Bahía Blanca como un proyecto de la empresa Dow Chemical, pero esta no tuvo éxito hasta el nacimiento de Petroquímica Bahía Blanca que se puso en marcha en los '70. Luego en el año 1981 se habilitaron las primeras plantas del polo petroquímico de Ingeniero White, las primeras fueron de etileno y las de polietileno de baja densidad. Estas últimas comenzaron a funcionar en 1986, mientras que la primera ya estaba en funcionamiento. En 1995 como consecuencia de las políticas adoptadas por el presidente de ese momento se privatizó el 51% del capital de PBB en el cual se integraron las empresas Dow Argentina dedicada a la producción de etileno, y Solvay Indupa SA dedicada a la producción de policloruro de vinilo. También se instalaron industrias que se dedicarán a la producción de urea y a la mejora del abastecimiento de etanol a partir del gas natural. (Mujica, 2015)

Actualmente, el polo petroquímico está compuesto por grandes industrias: Compañía Mega, Transportadora de Gas del Sur, Petroquímica Bahía Blanca cuyo empresario es Dow Chemical e YPF, Polisur, Solvay Indupa y Profertil.

Con respecto al área natural de Ingeniero White se lo considera como poco apto para el asentamiento humano por la presencia de terrenos costeros bajos, por poseer un escurrimiento lento y por la napa freática con comportamientos inestables. Además, posee una zona portuaria en donde los habitantes del lugar siempre se dedicaron a las actividades relacionadas con la pesca y la comercialización. Con la llegada de las industrias petroquímicas y la usina termoeléctrica proyectada comenzaron a aparecer los problemas que afectaron la fuente de

trabajo de los habitantes del lugar, debido a los diversos contaminantes que estas industrias generan, ya sea por emisiones contaminantes a la atmósfera, por los residuos industriales que contaminan las aguas del estuario, las napas freáticas o mismo los terrenos cercanos al polo. A su vez también existen riesgos de explosiones, escapes de gases y otros accidentes industriales que terminan afectando la calidad ambiental y la calidad de vida de la población. (Ferrera, 2003)



Imagen 6. Imagen extraída del Google Earth. Delimitación de la extensión del polo petroquímico de Ingeniero White. Fuente: elaboración propia.

5. Marco normativo

5.1 Legislación internacional

Ley de aire limpio-1990

La ley de aire limpio para la protección de la salud y bienestar de la población por la contaminación del aire. Fue la primera ley de Estados Unidos para proteger la salud humana y el ambiente de los efectos de la contaminación del aire. En este sentido, se le atribuye el rol a la Agencia de Protección Ambiental (EPA) para que establezca estándares nacionales de calidad del aire ambiental para seis contaminantes principales que pueden dañar la salud y el ambiente.

Contaminante	Primaria/ Secundaria	Tiempo promedio	Nivel
Monóxido de carbono	de primario	8 horas	9 ppm
Plomo	Primaria y secundaria	1 hora Promedio móvil de 3 meses	35 ppm 0,15 µg/m ³
Dióxido de nitrógeno	Primario	1 hora	100 partes por billón
Ozono	Primario y secundaria	1 año 8 horas	53 partes por billón 0,070 ppm
Contaminación por partículas (PM)	PM 2,5 Primario	1 año	12,0 µg/m ³
	Secundario	1 año	15,0 ug/m
	Primario y secundario	24 horas	35 µg/m ³
	Primario y secundario	24 horas	150 µg/m ³
	10 de la tarde Primario y secundario		
Dióxido de azufre (SO ₂)	Primario	1 hora	75 ppm
	Secundario	3 horas	0,5 ppm

Tabla 3. Tabla NAAQS (Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiente). Fuente: EPA, 2022

5.2 Organización Mundial de la Salud (OMS)

En septiembre del año 2021 se actualizaron las directrices mundiales sobre la calidad de aire, donde se recomiendan nuevos niveles de concentración de contaminantes con metas intermedias respecto de seis contaminantes, de los cuales se dispone de datos recientes en cuanto a los efectos sobre la salud que pueden llegar a ocasionar. Estos son: el material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. El objetivo del informe es proporcionar información sobre la reducción de concentración de contaminantes en relación con los efectos en la salud, a través de metas intermedias y proporcionar políticas para la gestión de calidad de aire. (OMS, 2021)

Las metas intermedias son niveles de contaminantes atmosféricos superiores a los niveles que figuran en las directrices, con el fin de que las autoridades de zonas muy contaminadas puedan utilizar para elaborar políticas de reducción en plazos reales y así poder llegar al objetivo final y lograr llegar a los niveles de las directrices sobre calidad de aire (GCA)

La guía de calidad de aire de la OMS (GCA) son niveles más bajos a los cuales se ha demostrado con más del 95% de confianza que la mortalidad total, cardio pulmonar y cáncer pulmonar aumenta en respuesta al $PM_{2.5}$

-Meta intermedia 1 anual: se estima que estos niveles se asocian con una mortalidad a largo plazo 15% más alta que en las GCA.

-Meta intermedia 2 anual: estos niveles traen beneficios a la salud y disminuye el riesgo de mortalidad prematura en 6% en comparación con la meta 1.

-Meta intermedia 3 anual: estos niveles traen beneficios en la salud y además reducen el riesgo de mortalidad en otro 6% en comparación con la meta 2. (O.M.S., 2005)

-Meta intermedia 4 anual: estos niveles suponen una disminución de casi el 48% de las muertes atribuidas a la exposición de partículas.

Contaminante	Tiempo promedio	Meta intermedia				Nivel de las directrices sobre la calidad del aire
		1	2	3	4	
MP _{2,5} , µg/m ³	Anual	35	25	15	10	5
	24 horas*	75	50	37,5	25	15
MP ₁₀ , µg/m ³	Anual	70	50	30	20	15
	24 horas*	150	100	75	50	45
O ₃ , µg/m ³	Temporada alta ^b	100	70	-	-	60
	8 horas*	160	120	-	-	100
NO ₂ , µg/m ³	Anual	40	30	20	-	10
	24 horas*	120	50	-	-	25
SO ₂ , µg/m ³	24 horas*	125	50	-	-	40
CO, mg/m ³	24 horas*	7	-	-	-	4

Tabla 4. Niveles de concentración de contaminantes recomendada por la OMS 2021. Fuente: OMS, 2021

5.3 Legislación nacional

La Constitución Nacional establece el derecho a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano, y el deber de preservarlo para las generaciones futuras con interés en el desarrollo sustentable. Así como también se establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental en competencia nacional y provincial para recomposición del ambiente dañado, dicho en el artículo 41.

Ley 20284. Ley Nacional de Calidad de Aire. Contiene normas de prevención de situaciones críticas de contaminación atmosférica, establece los parámetros guía de ciertos contaminantes que pueden ser emitidos a la atmósfera y los valores de emergencia de los mismos conforme en los anexos I y II del capítulo II. Con el fin de prevenir la contaminación atmosférica.

Contaminante	Norma de calidad de aire	Alerta	Alarma	Emergencia
CO (1) (ppm)	10 ppm- 8 hs 50 ppm- 1h	15 ppm- 8 hs 100 ppm- 1 h	30 ppm- 8 hs 120 ppm- 1 h	50 ppm- 8 hs 150 ppm- 1h
NOx (2) (ppm)	0,45 ppm- 1h	0,6 ppm- 1 h 0,15 ppm- 24 hs	1,2 ppm- 1h 0,3 ppm- 24 hs	0,4 ppm- 24 hs
SO ₂ (3) (ppm)	0,03 ppm (70 ug/m ³) (promedio mensual)	1 ppm- 1h 0,3 ppm- 8 hs	5 ppm- 1 h	10 ppm- 1h
O ₃ (y oxidantes en general) (4) (ppm)	0,10 ppm- 1h	0,15 ppm- 1h	0,25 ppm- 1h	0,40 ppm- 1h
Partículas en suspensión (mg/m ³) (5)	150 ug/m ³ (promedio mensual)	No aplicable	No aplicable	Idem
Partículas sedimentables (6) (mg/cm ² 30 días)	1,0 mg/cm ² 30 días	Idem	Idem	Idem

Tabla 5. Anexo II- Valores guía de calidad y situaciones de emergencia. Fuente: Argentina.gob.ar

Ley 24051. Ley de residuos peligrosos donde se establecen las penas según el código penal por envenenamiento o adulteración de sustancias para consumo que afecten la salud, el suelo, el agua, la atmósfera o en ambiente en general.

El Decreto complementario N.º 831/93 de la ley de residuos peligrosos 24.051 exige que se actualicen los valores de emisión de efluentes gaseosos. Y se establecen los niveles guía de calidad del aire ambiental de residuos peligrosos.

Resolución 13/2012 del ENRE. Procedimientos para la medición y registro de emisiones a la atmósfera

5.4 Legislación de la provincia de Buenos Aires

Ley Provincial 5965- Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera.

Reglamentada por el Decreto 1074/18 donde se establecen las nuevas reglamentaciones para la obtención de la licencia de emisiones gaseosas la atmósfera (LEGA) y las tablas de valores estándares de calidad de aire actualizados y niveles guía de calidad para contaminantes específicos.

Decreto 1074/18 este Decreto reemplaza al Decreto 3395/96 y establece un nuevo marco regulatorio para fuentes de emisiones gaseosas.

A su vez establece 3 etapas de reducción progresiva, en donde la primer etapa comienza a operar luego de transcurrir dos años de publicación del Decreto y tiene una duración de un año, luego la segunda etapa comienza a operar luego de transcurridos los tres años de publicación del Decreto, con una duración de un año, y finalmente la tercera etapa comienza a operar a partir de los cuatro años de publicación del Decreto.

-Primera etapa: hasta Octubre 2020.

-Segunda etapa: hasta Octubre 2021.

-Tercer etapa: vigente desde Octubre 2022.

Parámetro	Símbolo	Tiempo Promedio	Valores Iniciales	1° Etapa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2° Etapa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3° Etapa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Material Particulado	PM10	24 horas	150	150	150	150
		1 año	50	150	50	50
	PM 2,5	24 horas	-	75	40	35
		1 año	-	25	15	12
Dióxido de Azufre	SO ₂	1 hora	-	250	230	196
		24 horas	365	200	160	125
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	1 hora	367	320	288	188
		1 año	100	100	100	100
Ozono	O ₃	8 horas	-	137	120	100
Monóxido de Carbono	CO	1 hora	40000	40000	40000	40000
		8 horas	10000	10000	10000	10000
Plomo	Pb	3 meses	1,5	0,75	0,40	0,15

Tabla 6. Valores guía de calidad de aire del Decreto 1074/18. Fuente: Argentina.gob.ar.

La **resolución 559/2019** establece la aprobación del procedimiento para obtención, renovación o modificación de la licencia de emisiones gaseosas a la atmósfera.

Ley provincial 12530 programa especial para la preservación y optimización de la calidad ambiental

Resolución N.º 279/96 Presentación de la Declaración jurada de Efluentes Gaseosos Industriales y Resolución N.º 374/98 Emisiones Gaseosas derivadas de la incineración de Residuos Industriales, Especiales y Patogénicos. Ambas resoluciones están reglamentadas por el Decreto 3395/96 de la Ley 5965/58. La normativa está dirigida para los generadores de emisiones gaseosas, incluye la identificación y caracterización de emisiones, conductos de descarga, concentraciones máximas permitidas, caudales de descarga, medición, sistema de tratamiento, dispersión a la atmósfera, etc.(Bambill, Montero, Bukosky, Amado y Perez, 2017)



Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

6. Caracterización de las Áreas de estudio

6.1 Áreas de estudio

Las zonas de estudio están ubicadas en la localidad de Dock Sud, partido de Avellaneda, y en la localidad de Ingeniero White, en el partido de Bahía Blanca, ambas en la Provincia de Buenos Aires.

Ambas áreas presentan una economía industrial contando con instalaciones de parques industriales e industrias petroquímicas. En Dock Sud se encuentra el polo petroquímico más grande del país compuesta también por industrias del petróleo, químicas y una central termoeléctrica. (Represa, abril, Ojeda y García, 2017). Todas estas industrias contribuyen a la emisión de contaminantes atmosféricos, afectando la calidad del aire y la salud de la población.

Con respecto a Ingeniero White ocurre algo similar, posee uno de los polos petroquímicos más grandes del país compuesto por la industria petrolera, petroquímica y química. Esto influye negativamente en la población cercana al lugar y en la calidad de aire, debido a las grandes cantidades de gases y partículas que emiten estas industrias. (Iommi Matilde, 2017)



Imagen 7. Argentina a la izquierda y a la derecha las ciudades de Bahía Blanca y Dock Sud ubicadas en la Provincia de Buenos Aires. Fuente: google.maps.



Imagen 8. Delimitación del partido de Avellaneda.

Fuente: google maps



Imagen 9. Límites del partido de Bahía Blanca.

Fuente: google maps.



Imagen 10. Delimitación de la Ciudad de Dock Sud

Fuente: google maps.

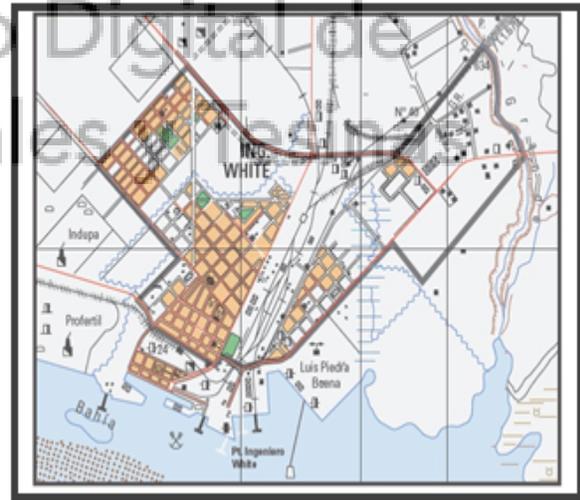


Imagen 11. Límites de la ciudad de Ingeniero White.

6.2 Dock Sud

La ciudad de Dock Sud se encuentra ubicada en el partido de Avellaneda, a 4 km del centro de la Ciudad de Buenos Aires. Está limitada por el Arroyo Sarandí, el Río Matanza-Riachuelo, el Río de La Plata y el Canal Dock Sud. Se caracteriza por ser una zona industrial, compuesta por industrias químicas y petroquímicas, a su vez constituye la zona portuaria donde se desarrollan distintas actividades de transporte y comercialización.(Ursino, 2011)

En 1890 se habilitó la primera sección del canal Dock Sud construido en los pantanos y cangrejales de la costa del Río de La Plata. Dock Sud se originó en 1887 cuando comenzó a funcionar el mercado central de frutos financiado por capital británico con un depósito capaz de alojar varios kilos de lana, además con un fácil acceso para exportar las cargas por los ferrocarriles del sur y del oeste de las empresas extranjeras radicadas en el país. Años después se instalaron las primeras industrias lo que fortaleció el desarrollo económico y de la población, en 1913 ya instalada la usina de la compañía alemana transatlántica de electricidad también se sumaron refinerías de petróleo de Anglo Mexican Petroleum. Con los años se instalaron nuevas refinerías, depósitos de combustible, destilerías, talleres navales, elevadores de grano y frigoríficos, hoy en día el área industrial abarca más de 200 hectáreas. Dock Sud se llegó a conformar de una población heterogénea con inmigrantes de Europa central que pertenecían a la usina y otros trabajan en los muelles y depósitos del Dock Sud. (La ciudad de Avellaneda, 2010)



Imagen 12. Canal de Dock Sud. Fuente: Domínguez, 2018

La construcción del puerto fue entre 1894 y 1905, su jurisdicción por parte de la provincia de Buenos Aires consta de tres zonas. La primera es un área donde se ubican las terminales para la transferencia de grandes volúmenes de líquidos y gases de la actividad petrolera. La segunda es la Ribera Sud del Riachuelo donde se extienden los muelles que permiten el aislamiento de

embarcaciones y la descarga de barcazas que transportan arena y cantos rodados. Y por último está la zona del canal de Dock Sud la dársena principal mide aproximadamente 45 metros de ancho en su boca de entrada y posee dos secciones. La primera sección posee muelles de ambos lados con una distancia de 90 metros, luego se separan formando una dársena de 190 m de ancho y 320 de largo. La segunda sección a continuación de esta última tiene una longitud de aproximadamente 2000 m y se encuentra unida a la dársena de maniobras por medio de un pasaje de 90 metros de ancho y 12 de largo. El sector este posee 9 postas de atraque que se dedican a la operación de buques con productos derivados del petróleo y el sector oeste se dedica a la operación con cereales, arena y carbón. (Domínguez, 2018)

6.2.1 Consecuencias Ambientales

La zona de estudio al estar compuesta por lagunas, estuario, bañados y canales que drenan hacia el canal Sarandí corren el riesgo de contaminarse debido al estar rodeados de asentamientos de viviendas o edificaciones precarias. Estas últimas descargan sus efluentes cloacales y otros de usos sanitarios sobre los cuerpos de agua, contribuyendo con la materia orgánica que causan el fenómeno de eutrofización, a esto se suma el vuelco de residuos sólidos domiciliarios.

A su vez consta de un canal denominado canal Dock Sud, el cual es artificial dragado en el lecho del Río de La Plata para el beneficio del acceso de embarcaciones. Otro es el canal Sarandí el cual posee una parte entubada, otra rectificadora y canalizando a cielo abierto, este colecta las descargas pluviales urbanas, las industriales y domésticas por lo que produce una contaminación del agua superficial y subterránea. También posee puntos donde se arroja residuos y sitios de quema que perjudican a la naturaleza, al suelo y la calidad de aire. (JMB Ingeniería Ambiental, 2018)

6.2.2 Topografía

La zona está ubicada en el sector noroeste de la provincia de Buenos Aires dentro de la región Pampeana, presenta un relieve ondulado con pendientes suaves. La morfología de la zona es debido a la combinación de procesos endógenos, estuarios y fluviales. Los ascensos y descensos del nivel del mar fueron acompañados por fenómenos de erosión y acreción en el estuario. Dentro de la ciudad circula la Cuenca Matanza-Riachuelo que posee una longitud de 60 km, con dirección al SO-NE y con un ancho de 35 Km y desemboca en el Río de la Plata.

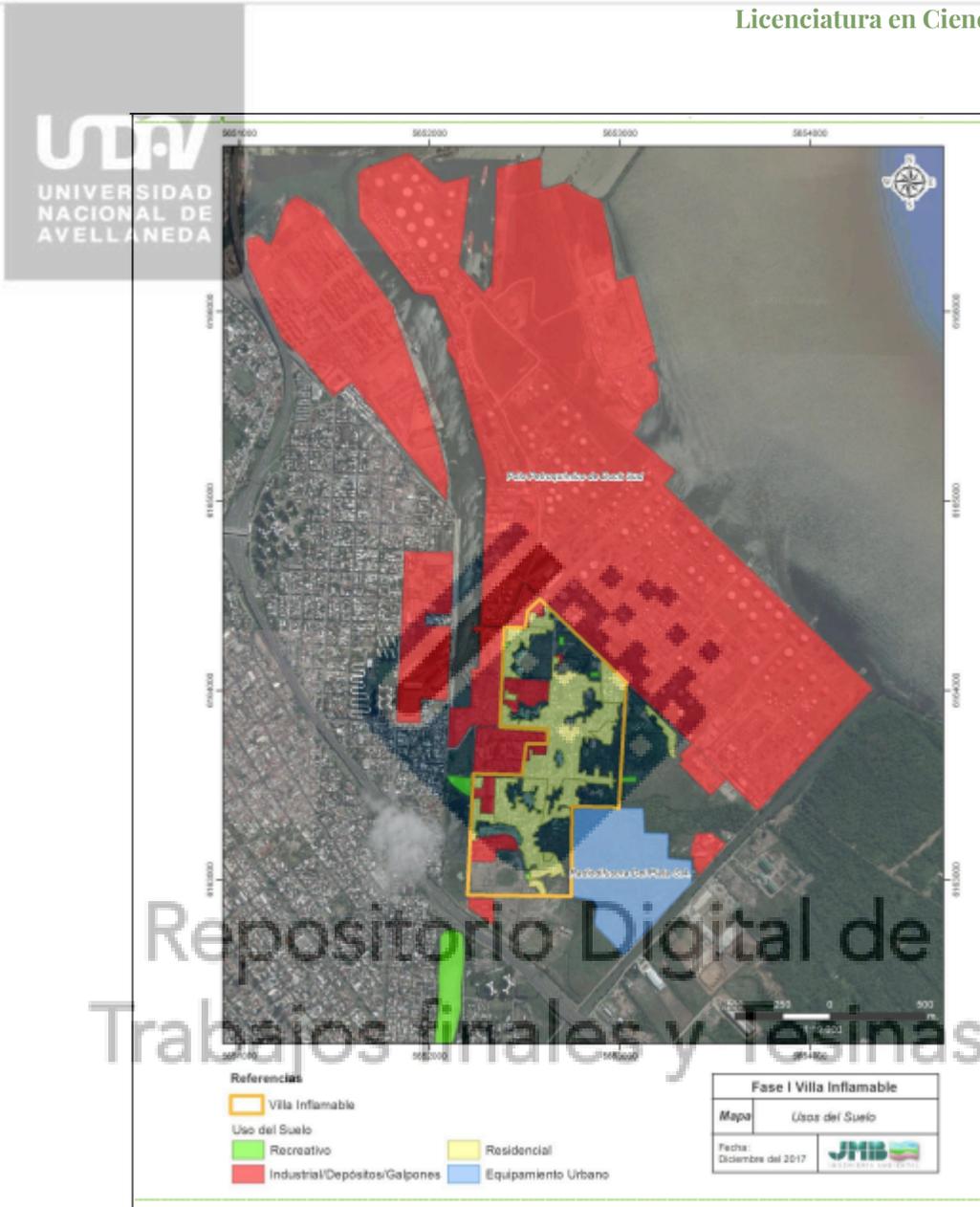
La cuenca se encuentra en un ambiente llano con suaves ondulaciones donde se diferencia una llanura alta, una media y una baja. La llanura alta se caracteriza por una escasa pendiente

topográfica y posee cuerpos de agua pequeños como lagunas y bañados que no se encuentran conectados, este sector se destaca por procesos de infiltración que recargan el agua subterránea. La llanura intermedia se destaca por ser la zona con mayor pendiente topográfica, que favorece al escurrimiento superficial y se desarrolla la red de drenaje con mayor densidad. Y por último, la zona de llanura baja se caracteriza por valles de inundación, la cual se incrementa a medida que se acerca a la desembocadura. Es una zona plana con pendientes topográficas medias que se inundan diariamente y recibe sedimentos y agua generada en la cuenca. (JMB Ingeniería Ambiental,2018)

6.2.3 Suelo

La zona se encuentra dentro de la Pampa Ondulada con presencia de arenas finas, loess, limos y arcillas. Las arenas y el Loess se distribuyeron en mantos continuos o se unieron en formas medanosas, y las fracciones más finas se depositan en zonas estuáricas o en valles y depresiones. Los materiales superficiales se agruparon en sedimentos pampeanos y post pampeanos, los primeros se caracterizan por la presencia de loess y arcillas limosas castañas, firmes y duras, cubiertos por diferentes tipos de humus. La segunda se caracteriza por la presencia de limos arcillosos verdes y grises con limos pardos y amarillentos intercalados. (Priano, 2007)

Con respecto a los distintos tipos de usos del suelo se caracteriza por la presencia de villas que se combinan con usos industriales. Es una de las localidades con mayor complejidad ambiental por las diversas actividades que se realizan a pesar de que varias industrias se erradicaron. Los distintos tipos de usos de suelos que se identificaron en la zona son de tipo residencial, asociado a los sectores con presencia de viviendas, incluyendo las villas o asentamientos, complejos habitacionales, escuelas, hospitales, iglesias, entre otros. De tipo recreativo, en donde se desarrollan actividades deportivas o recreativas , ya sea en clubes, plazas, canchas, playones, entre otras. Otro tipo de uso de suelo es de equipamiento urbano, este hace referencia a predios que se dedican a servicios públicos como son aeropuertos, predios de telecomunicación, penales, predios de uso público, militares, museos, espacios religiosos, entre otros. Y por último, tenemos el tipo industrial en donde se incluye a los sectores con industrias, fábricas, sectores que se dedican a la producción de bienes o servicios, centros de logística. Incluidos los predios comerciales como estaciones de servicio, mercados, etc. (Mapa 3) (JMB Ingeniería Ambiental,2018)



Mapa 3. Distintos tipos de usos de suelo en la ciudad de Dock Sud. Fuente: JMB Ingeniería Ambiental, 2018.

6.2.4 Clima

La temperatura media anual varía entre los 17,5° C y 18° C y se caracteriza por ser una región de clima húmedo subtropical, presenta un centro anticiclónico semipermanente del Atlántico Sur provocando que los vientos sean provenientes del N-E. Entre el otoño y la primavera surge el ciclo génesis al norte de Buenos Aires que puede afectar el Río de La Plata causando vientos intensos y a su vez provocar la crecida e inundaciones de la zona ribereña. Con respecto a las lluvias la

zona se caracteriza por tener máximos en los meses entre noviembre y abril, con un mínimos en los meses entre junio y septiembre. En cuanto a los vientos presentan velocidades más fuertes en verano y en invierno las mínimas, provienen del sector NE-E en los meses cálidos mientras que los provenientes del sector S-O corresponden a los meses fríos.

El flujo de aire que lo caracteriza es el pampero, se caracteriza por ser un viento frío y seco, provoca el efecto contrario a la sudestada por lo que surgieron bajantes del río. (Priano, 2007)

6.3 Ingeniero White

La localidad de Ingeniero White está ubicada a 11 kilómetros de la ciudad principal denominada Bahía Blanca, con una población de aproximadamente 10.486 habitantes. El complejo portuario fue construido en el marco del Ferrocarril del Sud y es uno de los principales de ultramar de la Argentina que proporcionó un crecimiento importante a nivel económico en la ciudad. Al momento de su inauguración en 1885 ya contaba con un muelle que permitió atracar tres vapores de ultramar y otros tres de cabotaje. El puerto recibe el nombre de Ingeniero Guillermo White por su creador, quien construyó el muelle y los elevadores. Estas características del puerto y la cercanía a los gasoductos troncales promovió la radicación de industrias en la zona. Conformándose así uno de los polos petroquímicos más grandes de Argentina. Esta pasó de ser una localidad de ferroviarios y pescadores a una zona de producción, comercialización y distribución de distintas actividades. (Iommi, 2017)



Imagen 13. Puerto de Ingeniero White. Fuente: Puerto Bahía Blanca.com

Lo que impulsó a instalar las industrias petroquímicas fueron factores geoestratégicos, ya que está dotada de importantes recursos productivos, culturales, sociodemográficos y geográficos, las líneas de comunicación de red vial, aérea y marítima que permiten el transporte de materias primas, maquinarias y diferentes productos hacia el interior y exterior del país, la unión de tres gasoductos troncales que venían de la cuenca austral y neuquina y la estructura portuaria, todas ellas eran el complemento ideal para la instalación de estas industrias, además de los intereses empresariales y políticos. Años después se construyó un dique de contención de agua para abastecer a la industria con el enfriamiento de las maquinarias y también para el uso local (Becher y Klappenbach, 2014)

En la década del 70 comenzó el crecimiento del polo petroquímico de Bahía Blanca compuesto por tres tipos de industrias, en primer lugar la industria petrolera produciendo etanol, naftas, fuel-oil- gas-oil, gasolina, asfalto y kerosene, luego tenemos la industria petroquímica que produce etileno, polietileno, urea, amoniaco puro, cloruro de vinilo y policloruro de vinilo y por último la industria química que produce cloro y soda cáustica. Posterior a esta instalación se construyó el barrio de viviendas 26 de septiembre muy cercano a la planta de productos clorados aumentando así la vulnerabilidad de la población. Y en la década del 2000 se suma la industria de fertilizantes "Profertil" y la planta de extracción de etano e hidrocarburos superiores del gas natural "MEGA", hubo un crecimiento de las industrias cerealeras y la refinería Petrobras. Y por último sin menospreciar su importancia la llegada y amarre del buque regasificador. (Iommi, 2017)

6.3.1. Consecuencias Ambientales

La población se caracteriza por pescadores artesanales, la mayoría de los habitantes vive de forma directa o indirecta de la pesca, en mayor medida de los camarones, pero en las últimas décadas ocurrió una falta de capturas de camarón y langostino, situación que preocupó a los pobladores. Estudios que se realizaron indicaron que con la inauguración del polo petroquímico hubo una fuerte variación del recurso por lo que afectó la población de pescados, aun así no se pudo asociar directamente al polo petroquímico debido a que son muchas variables que pueden afectarla como la actividad humana, los vertidos de otras industrias, vertidos orgánicos e inorgánicos. Además, la captura excesiva sin respetar las épocas de migración de los camarones termina afectando la pesca artesanal. Otro factor que influye negativamente es el dragado y los desechos contaminantes del puerto que terminan de afectar el sedimento y hábitat de estos seres vivos. (Iommi, 2017)

Bahía Blanca es geográficamente un estuario por lo que la renovación acuática es de muy baja densidad e influye de forma negativa en la persistencia de los contaminantes en los cuerpos de agua en consecuencia termina afectando la pesca artesanal. (Iommi,2017)

La construcción urbanística como las alcantarillas, bocas de tormenta, terraplenes, etc. son modificaciones que ayudaron a mejorar las condiciones de hábitat de la población pero han degradado el área natural como lo es el humedal, perjudicando el escurrimiento del agua, siguiendo los conductos artificiales y no los naturales, desviando la trayectoria del curso del agua, modificando la energía del caudal aguas arriba o aguas abajo debajo de las infraestructuras construidas. Además, los materiales que son utilizados para estas construcciones causan un cambio en la permeabilidad del suelo e impiden el movimiento del agua hacia capas internas, reduciendo así la infiltración, percolación y escurrimientos superficiales y subterráneos. (Aldalur, 2011)

Las industrias aportan su parte a la contaminación en suelo, aire, agua y sonora. La presencia del parque industrial cuenta con diversas plantas que desarrollan actividades como aislación térmica, carpintería, elaboración de artículos de limpieza, fabricación de acumuladores de plomo-ácido, envases de polietileno, entre otras. En adición, la presencia de canales de vertidos clandestinos y las cerealeras producen diversos contaminantes, entre ellos se destacan los contaminantes orgánicos e inorgánicos. Todas estas afectaciones modifican la calidad de agua, flora y fauna, sin perder de vista que también pueden surgir fugas que provocan la formación de nubes tóxicas que luego precipitan en forma de lluvia y terminan perjudicando el aire de la comunidad, o las napas en el caso de que el escape sea en estado líquido, o por la misma escorrentía cuando llueve que arrastran los contaminantes a las mismas. (Iommi, 2017)

Se ha visto una disminución notoria de las especies de pesca debido a las altas concentraciones de metales pesados, así como también accidentes de las plantas de cloro, fertilizantes, refinerías y termoeléctricas. Con respecto a estas especies acuáticas se destacan los camarones y langostinos que son los principales productos en consumo y comercialización de los pescadores artesanales y en un estudio que se realizó se encontró que las especies disponían de valores de cadmio, plomo, arsénico y mercurio elevados lo cual impide que puedan ser aptos para consumo. Con respecto al polo petroquímico al estar ubicado sobre una zona llana hay poca pendiente por lo que la anegabilidad es un problema, esta situación generó que se ejecuten rellenos artificiales para elevar la cota de las industrias preexistentes, trayendo como consecuencia modificación del paisaje y el humedal. (Iommi, 2017)

6.3.2 Topografía

La población de Ingeniero White se caracteriza por ser una zona de pendientes bajas se encuentra sobre una llanura costera lo cual posee bajos inundables y el drenaje de agua hacia el mar es arduo. El desarrollo urbano y el mal manejo de la canalización del agua provocó sucesos de inundación y esta situación sumada con las precipitaciones y las sudestadas provoca mareas altas que incrementa el fenómeno de inundación. (Aldalur y Campo, 2016)

El puerto se ubica al norte del estuario de Bahía Blanca en un área de transición entre tierra, aire y agua con altas probabilidades de mareas, posee terrenos llanos, presencia de arbustos y plantas intercaladas de espacios desnudos y blanquecinos.

El estuario de Bahía Blanca se lo clasifica en un estuario primario originado por procesos terrestres o tectónicos. Otra clasificación que tiene en cuenta el origen del valle y del relieve lo ubica en la categoría de antiguo valle fluvial por estar formado por la inundación del mar en los valles fluviales pleistocenos-Holocenos durante la última transgresión postglacial (Aldalur, 2010) A su vez el ambiente intermareal está compuesta por diversas especies debido a sus características donde abunda la luz, el agua, oxígeno, el dióxido de carbono y minerales que atraen especies marinas para su reproducción y cría como el lobo marino, aves marinas y playeras entre otras. También el crecimiento de plantas halófilas como el jume o espartina. (Laurentboreau, 2020)

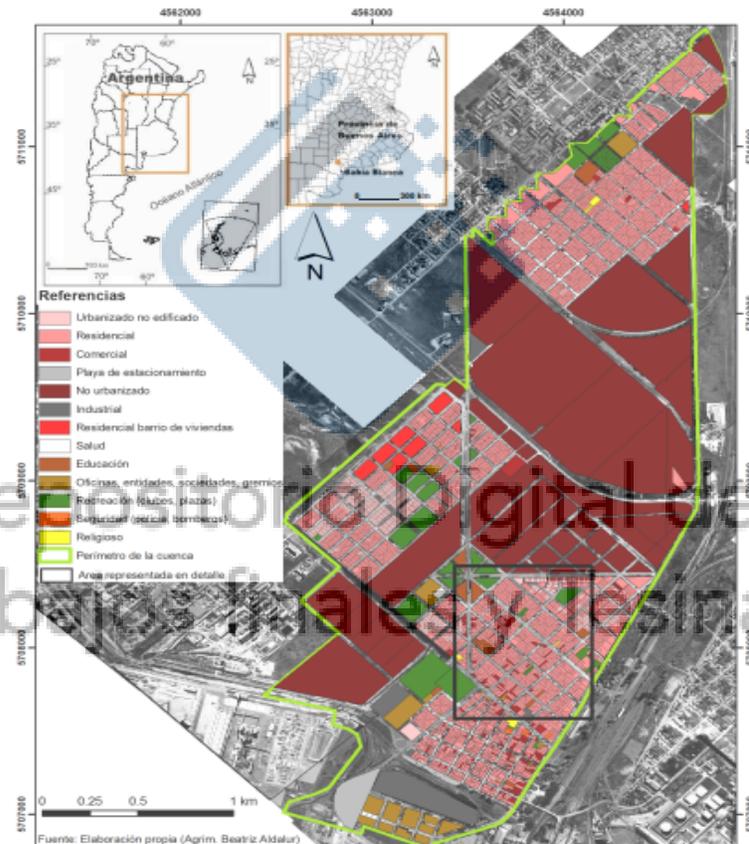
6.3.3 Suelo

Los suelos están constituidos por un relleno artificial de 3 a 4 metros de espesor que es extraído de las zonas de dragado del canal principal del estuario, compuesto por arenas y sedimentos pampeanos compactados. Y sobre este relleno artificial se construyeron las instalaciones industriales existentes.

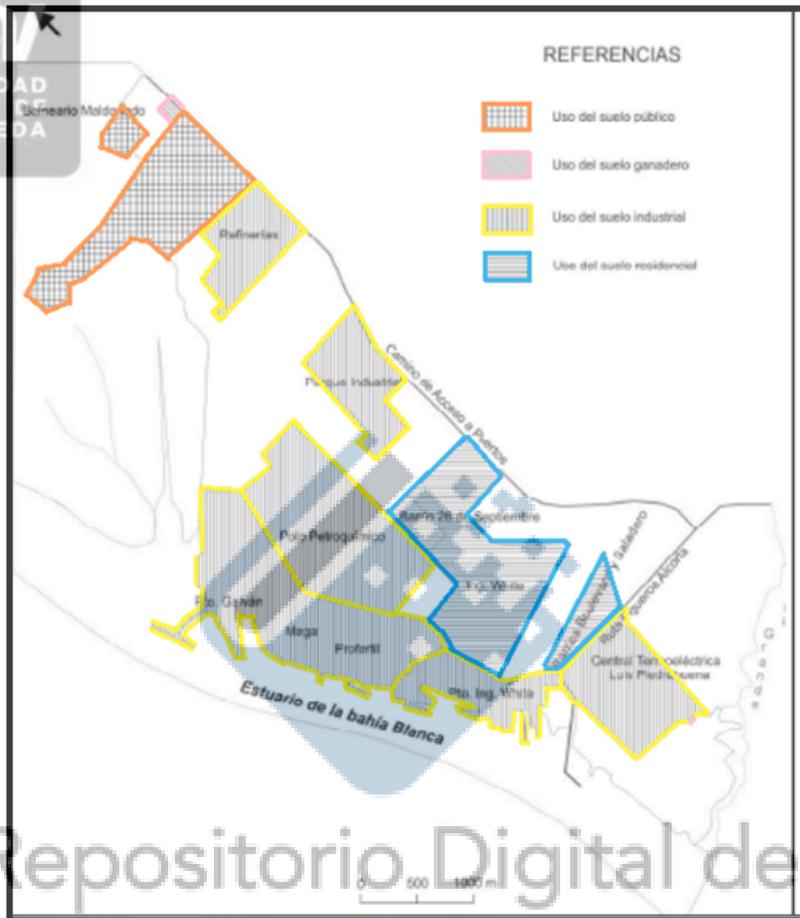
Los suelos autóctonos y la vegetación natural halófitas sufrieron perturbaciones y depredación en consecuencia de las actividades antrópicas. Sobre las costas persisten bloques de cuarcita que conforman un relleno con la función de rompeolas. (Laurent Bureau, 2020)

El suelo es de bajo contenido orgánico y alto de arcilla, con poca capacidad de drenaje y estratos de permeabilidad lenta a muy lenta a poca profundidad. Según la clasificación del INTA es de tipo C, con lenta transmisión e infiltración de agua cuando están húmedos, con valores menores a 10 mm/h, además son de poco espesor y pueden llegar a tener una capa de sales que impide el descenso del agua.

Con respecto al uso del suelo es muy variado debido a las distintas actividades económicas que se desarrollan. Según el mapa 2 se lo caracteriza en zonas residenciales, industriales y comerciales, también hay áreas de servicio que se clasifican en áreas de seguridad policial y bomberos, recreación, religioso, salud y oficinas municipales. (Aldalur, 2010) Ramborger y Lorda lo describen como un área residencial con un uso de suelo que alterna con comercios y servicios bancarios y administrativos. (2009)



Mapa 1. El mapa representa la utilización del suelo en un sector de Ingeniero White en donde prevalece la cuenca urbana. Fuente: Aldalur, 2010.



Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesis

Mapa 2. Distintos tipos de uso del suelo. (Ramborger y Lorda, 2009)

En el mapa 2 se puede observar cómo se caracteriza la zona estudiada en cuanto a los tipos de uso del suelo, cabe resaltar que la gran mayoría de la zona es de tipo industrial quedando en el medio la ciudad de Ingeniero White, por lo tanto, a simple vista se puede estipular que la ciudad y las zonas naturales como el estuario quedan expuestos a los diversos contaminantes que puedan surgir de estas industrias.

6.3.4 Clima

Bahía Blanca es la ciudad incluida en las zonas de climas templados con valores medios anuales de temperatura que oscilan entre 14° C y 20° C, durante los veranos los valores extremos que se registraron superan los 40° C, en cuanto a los valores mínimos en invierno se registraron temperaturas de aproximadamente 7° C, con respecto a los vientos predominan los del noroeste

con velocidades de 26 km/h en verano y 22 km/h en invierno anual. (Aldalur,2011) según Laurent Bureau la velocidad media anual del viento es de 20 km/h (Laurent Bureau, 2020)

según las autoras Capelli y Ferreras los veranos son con temperaturas más elevadas y lluvias de notable impacto en general al principio y finalización de la estación, los inviernos son fríos y las heladas se producen en los primeros días del mes de junio y julio (Capelli y Ferreras, 2018)

El estuario es afectado por distintos flujos de aire entre ellos está el pampero, la sudestada y el viento del norte, en consecuencia influyen sobre el oleaje y la altura de la mareas.

No posee una red de drenaje superficial natural ni cuerpos de agua superficial naturales, los arroyos desaguan en el estuario de Bahía Blanca. Al ser un territorio llano y el acuífero al estar en poca profundidad caracterizan al sector con condiciones hidrológicas de forma particular en el cual predominan movimientos hídricos verticales por evaporación e infiltración. Con respecto al flujo subterráneo posee una dirección hacia la ría de Bahía Blanca, el régimen subterráneo indica que hay pérdidas de agua causada por la evapotranspiración y no tanto por el escurrimiento subterráneo. Esto sumado al paisaje llano, a las propiedades hidrológicas y la insuficiente aireación caracterizan al régimen natural como no permanente. Además, esta agua es naturalmente salmueras por lo que impide que pueda ser utilizada debido a su alta salinidad. (Laurent Bureau, 2020)

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

7. Metodología

7.1 Lógica de investigación

La investigación se emprende desde una lógica cuantitativa, debido a que el objetivo es analizar datos recopilados de fuentes como estaciones de monitoreo de calidad de aire, que llevan un registro continuo de los contaminantes emitidos en puntos específicos y estratégicos en la provincia de Buenos Aires, y mediante el estudio de estos datos determinar cómo influyen en los índices de calidad de aire de la ciudad de Dock Sud e Ingeniero White para observar el nivel de contaminación que posee cada una de ellas en este último tiempo.

7.2 Red de Monitoreo

La Red de monitoreo de calidad de aire cuenta con dos tipos de estaciones. Se encuentran las Estaciones manuales que funcionan durante 24 horas y se obtiene el valor promedio del periodo, los muestreos se realizan cada seis días y los parámetros que se establecen son del material particulado, humo negro, acidez, entre otros. Mientras que las estaciones automáticas funcionan de forma continua y permite obtener datos horarios. Se realiza el cálculo del índice de calidad de aire todos los días de todos los parámetros y se establece el ICAdiario, determinando las concentraciones de material particulado menor a 10 micras, dióxido de azufre, ozono, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno. (Gobierno de Uruguay, 2010)

Dependiendo del objetivo de la medición de la red de monitoreo se clasifican en distintos tipos. Si se requiere saber el grado de exposición de los contaminantes atmosféricos que poseen los habitantes de una localidad o los ecosistemas se establecen redes de medición de calidad de aire ambiente. Estas nos brindan información de la tendencia de los contaminantes en una localidad, por lo cual debe estar conectada con el centro de control para enviar datos periódicos de manera automática y con ello poder analizar y detectar posibles problemas. Si se quiere medir una fuente de emisión específica se establece una red de medición de fuentes específicas, que se supervisan en tiempo real para poder activar planes de contingencia y poder controlar las emisiones de dichas fuentes. Luego tenemos las redes de monitoreo de fuentes fijas, estas son un conjunto de estaciones ubicadas en lugares estratégicos para la medición de las emisiones de fuentes fijas, y al igual que la red general de medición de calidad de aire puede enviar datos de manera periódica y automática. Si se quiere conocer las concentraciones que emiten los vehículos se establecen redes de medición vehicular las cuales se colocan en las calles o avenidas principales con el fin

de conocer estas concentraciones. Estas estaciones pueden estar incluidas en el sistema de medición de calidad del aire y envían los datos a la central para su posterior análisis. Y por último tenemos la red de medición de contaminantes específicos para medir la concentración de contaminantes no criterio, esta es una red independiente al centro de control debido a que el análisis es específico en cuanto a la investigación del comportamiento, transporte y tendencia de estos contaminantes. (Instituto Nacional de Ecología, 2021)

Las estaciones tienen una escala de representatividad espacial dentro de una red que va a depender de los objetivos de medición que se quiera llevar a cabo. Mientras más pequeña sea la escala de representatividad más limitados y específicos van a ser los objetivos de medición. Si se quiere medir la emisión de contaminantes en calles con tráfico intenso y analizar las zonas de influencia se utilizan escalas micro que van de una distancia de 10 a 100 metros. Si se quiere analizar cómo afectan los contaminantes a corto plazo en la salud pública debido a estar rodeados de áreas industriales con procesos que podrían afectar la salud se emplea la escala media que abarca una distancia de 100 a 500 metros. Usamos la escala vecindario o local sobre áreas que van desde 500 a 4 kilómetros si el área que vamos a analizar es homogénea, es decir áreas donde la concentración de gases y de partículas es bajo y se encuentra en grandes zonas de pueblos o áreas suburbanas. También puede servir para comparar calidad de aire entre dos o más redes. Utilizamos la escala urbana si lo que queremos calcular es la tendencia de la calidad del aire en toda una ciudad y establecer estrategias de control de contaminación. Para ello las estaciones deben representar condiciones homogéneas para abarcar un radio amplio que va de 4 a 100 km. Ahora bien, si queremos analizar áreas escasamente pobladas y homogéneas en cuanto a los contaminantes, utilizamos la escala regional que nos proporciona información de la calidad de aire y el transporte de contaminación entre regiones. Y por último tenemos la escala nacional o global que la utilizamos para determinar la tendencia de los contaminantes, como funciona su transporte a nivel nacional e internacional y el análisis de las políticas de control para áreas de más de 1000 km. (I.N.E.,2021)

Dicho esto, para determinar la zona de influencia de la estación de monitoreo analizada se tuvo en cuenta las escalas de representatividad ya mencionadas. Se tomó la escala urbana debido a que se quiere analizar la calidad de aire de dos ciudades y observar cómo varía la concentración de los contaminantes. Como punto de partida se establecieron las estaciones de monitoreo de The World Air Quality Project en las ciudades de Dock Sud y de Ingeniero White y se tomó 5 kilómetros como radio de influencia sobre el área.



Imagen 14. Círculo amarillo indica el Área de influencia con un radio de aproximadamente 5 km de la estación de monitoreo de calidad de aire en Dock Sud. Fuente: elaboración propia.



Imagen 15. Círculo amarillo indica el Área de influencia de aproximadamente 5 km de la estación de monitoreo en Ingeniero White. Fuente: elaboración propia.

En Dock Sud la estación de monitoreo de calidad de aire se encuentra cercana al polo petroquímico de la zona y mide material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} , Ozono(O_3), dióxido de azufre

(SO₂) y Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂, NO_x), sulfuro de hidrógeno (SH₂).



Imagen 16. Ubicación de la estación de monitoreo de Dock Sud. Fuente: ACUMAR, 2017

En Ingeniero White existe solo una estación de monitoreo continuo que se encuentra en la zona aledaña al polo petroquímico, por lo cual el cumplimiento de las normas es limitado se requiere de más estaciones para un control más eficaz, conforme con el método de referencia de la U.S. EPA. Esta mide únicamente algunos contaminantes como monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) y material particulado PM₁₀. Trabaja las 24 hs del día de forma automática y solamente requiere de un técnico para el mantenimiento, calibración y procesamiento de datos. Estos equipos utilizan métodos de la agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), las calibraciones se realizan entre 10-15 días dependiendo de cada equipo. (Municipio Bahía Blanca, 2022)



Imagen 17. Estación de monitoreo de Bahía Blanca. Fuente: Municipio de Bahía Blanca.

Dicho esto, en esta investigación se tomará como herramienta para el análisis los monitoreos para determinar la concentración de contaminantes en el aire y compararlas con las normas de calidad de aire de la Provincia de Buenos Aires y los niveles guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud. Se tomarán datos haciendo hincapié en el material particulado recolectado de las estaciones de monitoreo de ACUMAR y los informados en de The Air Quality Project para poder analizar cómo influyen en la calidad de aire de ambas ciudades entre los años 2016 y 2020.

8. Análisis y Resultados

Los resultados que se obtuvieron para el material particulado están referidos a monitoreos continuos de la estación ubicada en Dock Sud y de la estación de monitoreo ubicada en Ingeniero White. Con los datos recolectados de valores para 24 horas se realizó un promedio mensual de las concentraciones de material particulado en todos los meses de cada uno de los años estudiados y luego se los graficó. Si bien hubo días en los que no se registraron datos, estos representan un bajo porcentaje, por lo que el resultado en su mayoría es representativo. Con excepción del año 2017 en Ingeniero White que se registró la ausencia de aproximadamente el 30% de los datos.

Para Ingeniero White solo se pudo recolectar información sobre PM_{10} , ya que la estación de monitoreo de Bahía Blanca no analiza $PM_{2.5}$, por lo cual el análisis para este último contaminante no fue posible.

Luego de efectuar un promedio mensual para cada año en estudio se prosiguió con un promedio anual de los mismos para la posterior comparación con la normativa vigente en la Provincia de Buenos Aires y con los valores guías de la Organización Mundial de la Salud.

Finalmente, se calculó el Índice de Calidad de Aire para cada ciudad con respecto a $PM_{2.5}$ y PM_{10} , en el cual se tomó como primer valor el promedio mensual para obtener un resultado representativo del ICA. Luego se tomó el valor máximo de cada mes para obtener cuál sería el ICA en la peor condición, así poder analizar la calidad de aire de cada ciudad. Se cálculo el ICA para cada concentración con la calculadora AQI calculator <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-calculator/>

8.1 Dock Sud, Material particulado PM₁₀

Año 2016

Año 2016												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	-	17	10	13	11	8	21	12	22	11	20	16
2	-	16	13	8	40	11	6	24	28	10	8	20
3	-	13	12	8	25	19	6	12	19	17	32	33
4	-	14	18	7	31	15	3	14	12	15	40	20
5	-	13	15	8	49	7	9	38	3	14	-	21
6	-	12	17	9	11	20	12	28	4	20	17	24
7	-	13	29	14	12	12	24	26	6	14	50	45
8	-	10	16	9	12	16	18	20	17	6	33	33
9	-	13	33	8	14	43	7	25	27	12	29	12
10	-	20	21	11	17	11	5	21	19	19	41	39
11	-	11	22	14	16	15	8	9	15	21	26	32
12	-	19	28	16	27	16	13	-	11	25	19	37
13	-	12	16	8	23	14	26	-	11	14	15	45
14	-	40	22	14	5	11	19	-	12	27	15	26
15	-	44	25	6	8	37	12	-	30	13	23	25
16	-	13	23	14	10	51	8	-	17	15	36	21
17	22	18	17	12	17	40	13	-	17	16	37	18
18	28	28	15	24	20	36	28	-	11	26	16	19
19	17	14	22	4	29	27	28	50	15	4	11	14
20	37	11	12	15	18	13	29	33	11	7	19	19
21	20	11	10	33	37	12	25	20	12	9	34	10
22	20	13	27	19	35	15	25	31	51	6	29	24
23	33	17	12	10	32	22	19	26	33	6	32	20
24	17	30	30	15	12	16	18	22	31	24	23	25
25	19	23	18	9	8	21	15	17	39	21	27	17
26	31	17	14	12	23	18	5	25	16	7	27	12
27	21	19	17	13	12	11	17	17	24	16	16	13
28	24	21	14	16	8	4	28	8	51	23	14	10
29	17	37	45	23	2	10	11	13	32	25	31	15
30	21		20	16	3	17	8	10	17	20	9	16
31	15		16		6		14	19		26		14
Promedio mensual	23	19	20	13	19	19	15	22	21	16	25	22

Tabla 7. Valores diarios de PM₁₀ y Promedios mensuales del año 2016. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	24	6,57%
Días que cumplen con normativa OMS	338	91,80%
Días que no cumplen con la normativa OMS	3	1,64%

Decreto 1074/18	150 µg/m ³
Directriz de Calidad de Aire OMS	50 µg/m ³

AÑO 2016	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	16	-	-	-	-	-	-	7	-	-	1	-		
Promedio mensual	23	19	20	13	19	19	15	22	21	16	25	22		
Valor de ICA	21	18	19	12	18	18	14	20	19	15	23	20	6,57%	93,40%
Valor mas alto	37	44	45	33	49	51	29	50	61	27	50	45		
Valor de ICA	34	41	42	31	45	47	27	46	54	25	46	42		

Tabla 8. Registro de datos y valor de ICA en el año 2016. Fuente: Elaboración propia

En el año 2016 se analizó la tendencia de los valores de PM_{10} (Gráfico 1). Se observó que en el mes de noviembre se registró el valor promedio mensual más alto del año 2016 con un valor de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el mes de enero los primeros 16 días no hubo registro de valores de PM_{10} , aun así el valor fue el segundo más altos con $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabla 7). En los demás meses el valor promedio mensual de concentración de material particulado se mantuvo entre $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la Organización Mundial de la Salud, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2016 según los datos registrados con un porcentaje de 93,40% (Tabla 7), el 1,64% de los días supera el valor guía, al ser un porcentaje bajo no se observa esa variación en el gráfico 1, el 6,57% son días sin valores y 91,80% se mantiene dentro de los parámetros establecidos por la normativa.

Con respecto al valor de ICA podemos observar que en todos los meses la calidad de aire con respecto a PM_{10} se mantiene en buena, teniendo en cuenta el valor de promedio mensual. En cambio si se tiene en cuenta el valor máximo de cada mes podemos observar que solo en el mes de septiembre se obtiene una calidad de aire moderada, esto quiere decir que las personas que son sensibles deben limitarse a realizar esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre. El resto de los meses se mantiene en ICA bueno.

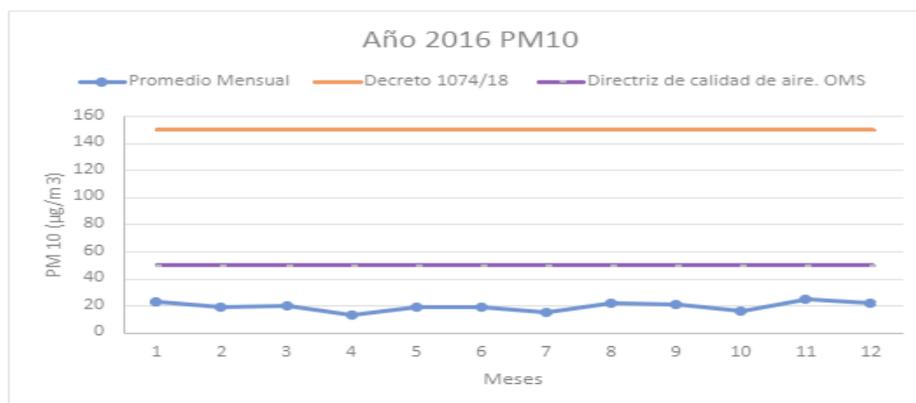


Gráfico 1. Valores promedios mensuales de concentración de PM_{10} -Dock Sud para el año 2016. Fuente:

Elaboración propia.

Año 2017

UNIVERSIDAD		Año 2017											
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	14	9	28	14	523	35	19	5	22	5	18	18	
2	48	13	38	20	12	37	6	8	17	6	8	12	
3	19	19	20	13	30	8	13	22	13	15	12	14	
4	28	12	16	22	16	21	20	24	8	20	94	13	
5	48	6	14	40	13	27	11	6	14	30	333	13	
6	27	11	14	17	9	49	17	7	-	26	23	10	
7	29	35	39	20	6	15	4	12	-	13	13	17	
8	30	16	28	38	8	18	5	10	-	10	10	18	
9	52	22	11	31	13	18	7	13	-	14	14	25	
10	10	63	18	5	14	-	6	6	4	18	23	32	
11	12	11	28	13	12	23	10	3	8	21	19	22	
12	19	17	14	20	6	30	6	6	18	6	20	17	
13	30	21	-	17	9	23	19	8	6	12	22	23	
14	16	7	27	7	7	12	6	15	19	25	14	18	
15	28	17	22	7	18	9	9	17	22	15	39	27	
16	25	26	12	10	30	12	5	25	13	5	11	17	
17	25	20	34	14	11	18	10	26	7	12	22	16	
18	26	14	16	12	7	239	19	18	12	10	15	12	
19	20	18	11	62	6	12	25	17	20	10	29	-	
20	26	14	26	680	6	-	29	14	30	19	14	-	
21	21	20	22	23	7	8	30	18	9	9	12	-	
22	20	19	23	23	14	10	12	20	8	7	17	-	
23	18	51	14	19	11	15	20	20	30	16	53	-	
24	26	30	36	8	11	14	11	11	5	15	30	-	
25	16	29	19	27	7	14	8	19	15	14	19	-	
26	20	19	11	7	13	13	8	7	20	37	13	-	
27	21	18	19	17	15	12	21	5	13	9	42	-	
28	15	23	18	20	8	11	26	6	14	20	26	-	
29	17	-	27	24	15	19	36	9	9	8	20	-	
30	17	24	24	55	25	22	14	20	8	12	19	-	
31	15	21	21	25	25	25	6	16	18	18	-	-	
Promedio mensual	24	21	22	43	29	27	14	13	14	15	33	18	

Tabla 9. Valores diarios de PM_{10} y promedios mensuales del año 2017. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	20	5,50%		
Días que cumplen con normativa OMS	334	91,50%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	11	3,00%		
			Decreto 1074/18	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Directriz de Calidad de Aire OMS	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2017	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	-	-	1	-	-	2	-	-	4	-	-	13		
Promedio mensual	24	21	22	43	29	27	14	13	14	15	33	18		
Valor de ICA	22	19	20	40	27	25	13	12	13	14	31	17	5,50%	94,50%
Valor mas alto	52	63	39	680	523	239	36	26	30	37	333	32		
Valor de ICA	48	55	36	576	419	143	33	24	28	34	190	30		

Tabla 10. Registro de datos y valor de ICA en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2017 se analizó los siguientes valores de PM_{10} (Gráfico 2). Se observó que hubo dos picos de mayor concentración promedio mensual en los meses de abril y noviembre con valores que superaron los $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, luego se mantuvo en un valor de aproximadamente $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para los meses de julio a octubre. Para los meses enero a marzo el valor se mantuvo entre $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Y en los meses de mayo y junio se obtuvieron valores cercanos a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabla 9).

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos observar que para el año 2017 según los datos registrados con un porcentaje de 94,50%, el 3% de los días supera el valor guía, el 5,50% son días que no se registraron valores y el 91,50% se mantiene dentro de los valores guía de la norma. (Tabla 9)

Con respecto al valor de ICA para PM_{10} teniendo en cuenta el valor de promedio mensual podemos observar que el valor de ICA se mantiene en buena en todos los meses. Sin embargo, si tenemos en cuenta el valor máximo de cada mes podemos observar que en 7 de los meses el ICA se mantuvo en buena, uno de los meses presentó valores que clasificó un ICA moderado, otro de los meses presentó un ICA que representa la característica de insalubre, otro de los meses presentó un ICA no saludable para grupos sensibles, y por último dos de los meses presentaron una clasificación de ICA peligroso. (Tabla 10)

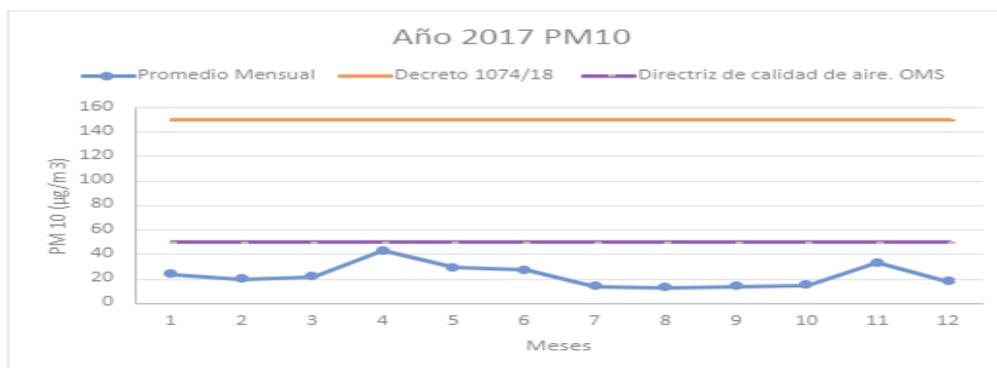


Gráfico 2. Valores promedios mensuales de concentración de PM_{10} - Dock Sud para el año 2017.

Fuente: Elaboración propia.

Año 2018

Año 2018												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	15	15	12	11	9	9	9	14	23	9	12	21
2	16	40	20	14	8	9	49	26	9	21	15	-
3	32	13	12	17	8	10	14	12	17	17	14	-
4	44	13	7	13	6	14	16	17	11	24	7	19
5	26	14	34	15	19	14	12	21	10	20	12	31
6	14	17	24	14	9	23	10	13	13	11	21	33
7	10	16	26	8	9	14	4	13	28	8	21	23
8	17	23	15	8	3	23	11	8	14	12	17	17
9	18	19	15	11	18	12	11	11	9	14	19	16
10	19	27	23	19	15	13	13	9	7	18	13	19
11	13	-	17	25	11	14	4	10	11	12	5	11
12	12	10	18	13	18	9	13	4	13	12	14	15
13	15	7	89	18	34	10	24	8	17	29	12	6
14	9	14	24	9	7	11	25	12	14	17	12	11
15	12	20	20	6	19	22	24	16	9	12	21	19
16	9	30	16	9	17	13	16	11	4	11	22	9
17	21	11	13	12	14	9	7	10	14	20	11	8
18	21	12	6	17	18	13	-	-	10	17	7	-
19	24	15	12	16	9	13	8	-	9	22	13	-
20	7	20	28	7	14	18	4	-	27	8	19	-
21	125	17	13	11	17	19	10	21	18	6	25	-
22	87	22	15	16	22	30	12	13	19	21	24	11
23	20	19	11	10	32	14	20	10	9	17	23	8
24	22	17	-	14	24	13	38	13	23	5	13	7
25	23	7	11	10	14	18	11	12	7	15	15	9
26	21	9	24	11	9	35	4	24	20	12	12	7
27	13	12	9	10	13	32	6	20	22	7	23	20
28	14	13	10	-	15	25	6	18	9	5	19	27
29	18	-	11	9	17	33	3	22	4	11	10	8
30	20	8	9	8	19	17	23	6	8	8	8	13
31	12	13	-	6	6	15	13	12	12	-	-	-
Promedio mensual	24	17	19	12	14	17	14	14	14	14	15	15

Tabla 11. Valores diarios de PM_{10} y promedios mensuales del año 2018. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	14	3,80%		
Días que cumplen con normativa OMS	348	95%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	3	0,82%		
			Decreto 1074/18	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Directriz de Calidad de Aire OMS	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	-	1	1	1	-	-	1	3	-	-	-	7		
Promedio mensual	24	17	19	12	14	17	14	14	14	14	15	15		
Valor de ICA	22	16	18	11	13	16	13	13	13	13	14	14	3,80%	96,20%
Valor mas alto	125	40	89	25	34	35	38	26	28	29	25	33		
Valor de ICA	86	37	68	23	31	32	35	24	26	27	23	31		

Tabla 12. Registro de datos y valor de ICA en el año 2018. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2018 se analizaron los siguientes valores de PM_{10} (Gráfico 3). Se observó que en los últimos meses de julio a diciembre los valores promedios mensuales se mantuvieron entre $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Y luego hubo tres picos de valores altos enero, marzo y junio, cuyos valores no superaron los $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabla 11).

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2018 con un 96,20% de datos registrados, el 0,82% de los días supera el valor guía, el 3,80% son días que no poseen datos y el 95% de los días se mantiene dentro de los parámetros de la norma (Tabla 11).

Con respecto a los valores de ICA para PM_{10} teniendo en cuenta el promedio mensual podemos observar que en todos los meses presentaron valores que se los caracterizó como ICA bueno. Sin embargo, si se tiene en cuenta el valor máximo de cada mes se puede observar que dos meses presentaron un ICA moderado y el resto de los meses un ICA bueno. (Tabla 12)

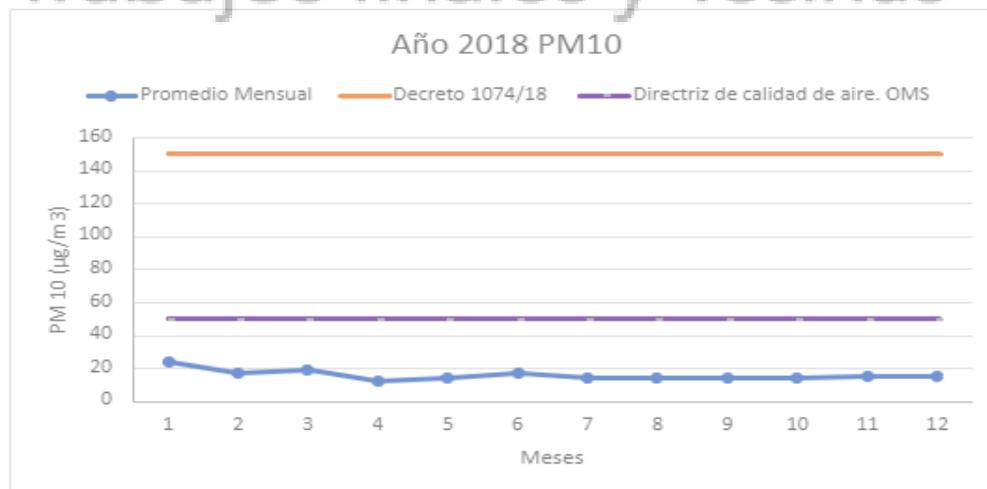


Gráfico 3. Valores promedios mensuales de concentración de PM_{10} -Dock Sud para el año 2018. Fuente:

Elaboración propia.

Año 2019

Año 2019													
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1			21	14	17	9	14	26	21	11	12	17	
2	13	58	18	18	24	23	14	20	30	10	17	15	
3	10	-	7	22	22	16	13	15	14	10	10	17	
4	-	-	7	20	12	10	13	9	20	9	8	22	
5	-	-	16	15	4	9	14	7	15	7	14	11	
6	7	33	12	19	15	12	23	19	13	10	-	23	
7	13	9	17	20	13	13	12	28	13	15	-	15	
8	16	15	12	30	8	18	9	17	11	32	26	19	
9	16	17	12	17	5	7	9	6	3	21	14	24	
10	98	26	9	15	6	19	23	16	5	10	9	30	
11	49	19	10	8	11	20	28	8	10	8	13	33	
12	7	12	8	20	15	18	15	16	14	4	11	30	
13	3	14	12	11	56	9	17	11	22	9	24	17	
14	12	11	13	12	21	7	20	33	6	13	28	16	
15	9	21	12	19	21	3	22	16	11	12	11	9	
16	14	7	7	56	18	18	38	-	11	7	13	18	
17	21	6	3	11	18	3	7	-	24	6	16	24	
18	8	7	16	14	10	3	15	-	20	12	24	12	
19	9	14	24	14	9	10	22	-	30	20	16	15	
20	7	28	13	18	14	11	15	-	31	6	13	11	
21	10	27	16	19	9	6	21	-	39	9	23	12	
22	20	16	137	32	14	15	11	-	10	12	14	14	
23	23	232	16	8	27	25	14	-	10	17	14	17	
24	19	373	16	19	27	12	16	-	20	17	9	13	
25	10	3	16	13	11	11	12	-	30	22	8	16	
26	17	-	17	7	5	19	3	23	26	14	13	7	
27	11	-	22	2	21	8	17	19	17	12	17	10	
28	11	15	13	10	27	12	5	12	11	11	24	9	
29	15	9	15	18	10	13	18	16	6	19	13	13	
30	10	12	20	11	4	22	21	19	11	35	-	-	
31	17		12		13		21	32		10		-	
Promedio mensual	17	43	17	17	16	12	16	18	17	12	16	17	

Tabla 13. Valores diarios de PM_{10} y promedios mensuales del año 2019. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	22	6%
Días que cumplen con normativa OMS	336	92%
Días que no cumplen con la normativa OMS	7	1,90%

Decreto 1074/18	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Directriz de Calidad de Aire OMS	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2019	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	3	5	-	-	-	-	-	10	-	-	2	2		
Promedio mensual	17	43	17	17	16	12	16	18	17	12	16	17		
Valor de ICA	16	40	16	16	15	11	15	17	16	11	15	16	6%	94%
Valor mas alto	98	373	137	56	56	25	38	33	39	32	35	33		
Valor de ICA	72	227	92	51	51	23	35	31	36	30	32	31		

Tabla 14. Registro de datos y valor de ICA en el año 2019. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2019 se analizaron los siguientes valores de PM_{10} (Gráfico 4). Se observó que en la mayoría de los meses los valores promedios mensuales se mantuvieron entre $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Y un pico alto en el mes de febrero que superó los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2019 según los datos registrados con un porcentaje de 94% (Tabla 14), el 1,90% de los días supera el valor guía, el 6% no presentan datos y el 92% de los días poseen valores dentro de los valores guía de la normativa. (Tabla 13)

Con respecto a los valores de ICA para PM_{10} si tenemos en cuenta los valores promedios se puede observar que todos los meses presentan un ICA bueno. Sin embargo, si se tiene en cuenta el valor máximo de cada mes podemos observar que en siete de los meses presentó un ICA bueno, en cuatro de los meses se lo caracterizó como ICA moderado y en uno de los meses presentó valores en el cual se le asignó un ICA peligroso. (Tabla 14)



Gráfico 4. Valores promedios mensuales de concentración de PM_{10} -Dock Sud para el año 2019.

Fuente: Elaboración propia.

Año 2020

Año 2020													
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	7	10	14	6	27	12	7	6	12	23	10	25	
2	7	8	18	7	-	37	12	-	5	20	6	10	
3	9	11	17	10	154	20	11	17	3	-	9	13	
4	8	13	16	8	5	18	8	13	11	-	9	21	
5	7	14	12	7	7	13	10	29	-	4	19	14	
6	14	11	11	14	-	5	17	19	-	11	14	7	
7	18	15	14	13	-	6	16	4	11	19	10	10	
8	16	8	19	19	-	14	22	-	8	10	7	4	
9	19	7	29	14	-	24	14	16	12	29	11	14	
10	20	13	15	21	-	11	11	23	10	-	6	17	
11	19	23	7	5	22	9	9	20	20	-	13	23	
12	19	12	16	4	30	18	9	28	16	-	14	28	
13	12	13	13	8	38	17	13	32	14	7	12	9	
14	14	13	11	5	13	17	18	15	13	21	17	10	
15	12	-	13	7	29	4	16	32	4	18	16	18	
16	19	-	9	15	34	11	15	50	17	10	26	12	
17	23	8	8	10	32	13	24	18	31	9	9	11	
18	12	9	4	5	15	7	12	41	47	11	18	12	
19	8	17	11	5	13	10	16	17	27	12	12	28	
20	13	18	19	14	18	15	23	20	20	5	12	17	
21	22	18	13	15	10	9	16	24	19	13	10	20	
22	14	-	6	11	9	10	20	19	12	4	11	13	
23	10	-	5	14	10	4	8	-	12	34	12	10	
24	13	12	10	17	21	7	3	11	13	-	31	9	
25	-	22	9	10	14	8	12	8	11	-	12	11	
26	-	15	9	9	9	16	12	10	-	2	29	12	
27	29	12	10	8	9	28	21	7	-	10	24	12	
28	16	19	11	5	10	18	12	7	9	19	17	11	
29	18	13	12	4	14	5	24	-	9	11	17	14	
30	12	12	11	16	37	10	8	11	15	21	15	15	
31	12	6	11	11	17	14	14	14	14	14	14	20	
Promedio mensual	15	13	12	10	23	14	14	19	15	14	14	15	

Tabla 15. Valores diarios de PM_{10} y promedios mensuales del año 2020. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	27	7,40%		
Días que cumplen con normativa OMS	337	92,30%	Decreto 1074/18	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Días que no cumplen con la normativa OMS	1	0,27%	Directriz de Calidad de Aire OMS	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO2020	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	2	4	-	-	6	-	-	4	4	7	-	-		
Promedio mensual	15	13	12	10	23	14	14	19	15	14	14	15		
Valor de ICA	14	12	11	9	21	13	13	18	14	13	13	14	7,40%	92,30%
Valor mas alto	29	23	29	21	154	37	28	50	47	34	31	28		
Valor de ICA	27	21	27	19	100	34	26	46	44	31	29	26		

Tabla 16. Registro de datos y valor de ICA en el año 2020. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2020 se analizaron los siguientes valores de PM_{10} (Gráfico 5). Se observó que hubo dos picos altos de concentración de PM_{10} en los meses de mayo y agosto, en donde el pico más alto estuvo cerca de los $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el segundo cercano a los $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mientras que en los demás meses se mantuvo un promedio mensual de concentración entre $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 15)

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2020 según los datos registrados con un porcentaje de 92,3% (Tabla 16), el 0,27% de los días supera los valores guía establecidos, mientras que el 7,4% no se registraron datos y el 92,30% se mantiene dentro de los valores guía de normativa. (Tabla 15)

Con respecto al valor de ICA para PM_{10} si tenemos en cuenta el promedio mensual podemos observar que en la mayoría de los meses presentó un ICA bueno. Sin embargo, si tomamos el valor máximo de cada mes podemos observar que todos los meses presentan un ICA bueno, excepto un mes que presentó un ICA no saludable para grupos sensibles. (Tabla 16)

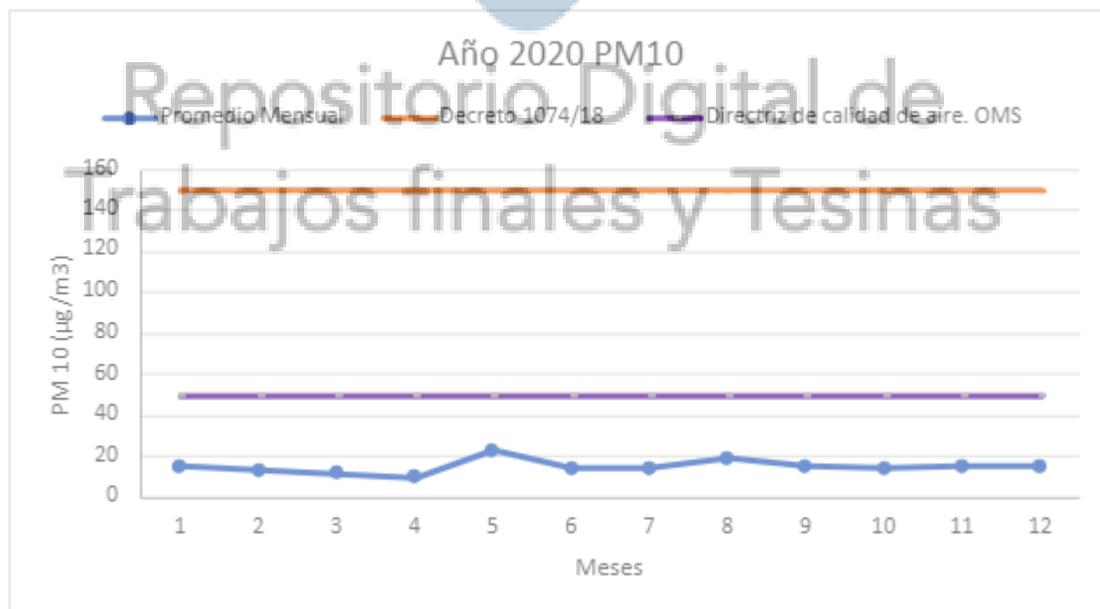


Gráfico 5. Valores promedios mensuales de concentración de PM_{10} -Dock Sud para el año 2020. Fuente:

Elaboración propia.

8.1.1 Análisis global del periodo 2016-2020

En este gráfico (Gráfico 6) se puede observar la concentración promedio mensual de PM_{10} para cada año de estudio, en el cual se puede ver que los años 2017 y 2019 fueron los que tuvieron picos de concentración más altos. Para el año 2019 en el mes de febrero hubo dos días que superaron el valor límite establecido por el Decreto 1074/18 que establece como valor límite de PM_{10} $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, con valores de $232 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $373 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Para el año 2017 en los meses de abril, mayo, junio y noviembre presentaron los picos más altos de concentración. En abril hubo un solo día que superó los valores límites establecidos por el Decreto con un valor de $680 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, también en el mes de mayo hubo un día que superó el valor límite con $523 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, en el mes de junio hubo un día que superó el valor límite con $239 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y por último en el mes de noviembre también presentó un día que superó los valores establecidos por la norma con un valor de $333 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En el año 2020 únicamente un día del año superó el valor guía de la normativa con un valor de $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas. Mientras que en los años 2018 y 2016 no presentaron valores que hayan superado el valor guía establecido por Decreto Provincial.

Si comparamos los valores obtenidos con la directriz de calidad de aire de la OMS para PM_{10} , que establece un valor límite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas. Podemos decir que para el año 2016 hubo tres días en el año que superaron el valor guía establecido por la OMS, por lo cual en el gráfico no se puede observar dicha variación, ya que son pocos días los que excedieron dichos límites.

Para el año 2017 hubo once días en el año que presentaron valores que excedieron los límites guía, siendo los meses de mayor concentración abril, mayo, junio y noviembre.

Para el año 2018 hubo tres días en el año que excedieron los límites guía con valores entre $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas. El resto de los días se mantuvo dentro de los límites de la norma OMS.

Para el año 2019 hubo siete días que superaron los límites de la norma, siendo los meses de febrero y marzo con valores más altos.

Y por último para el año 2020 solamente hubo un día que superó el valor guía, en el mes de mayo se presentó el valor más alto con $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas.

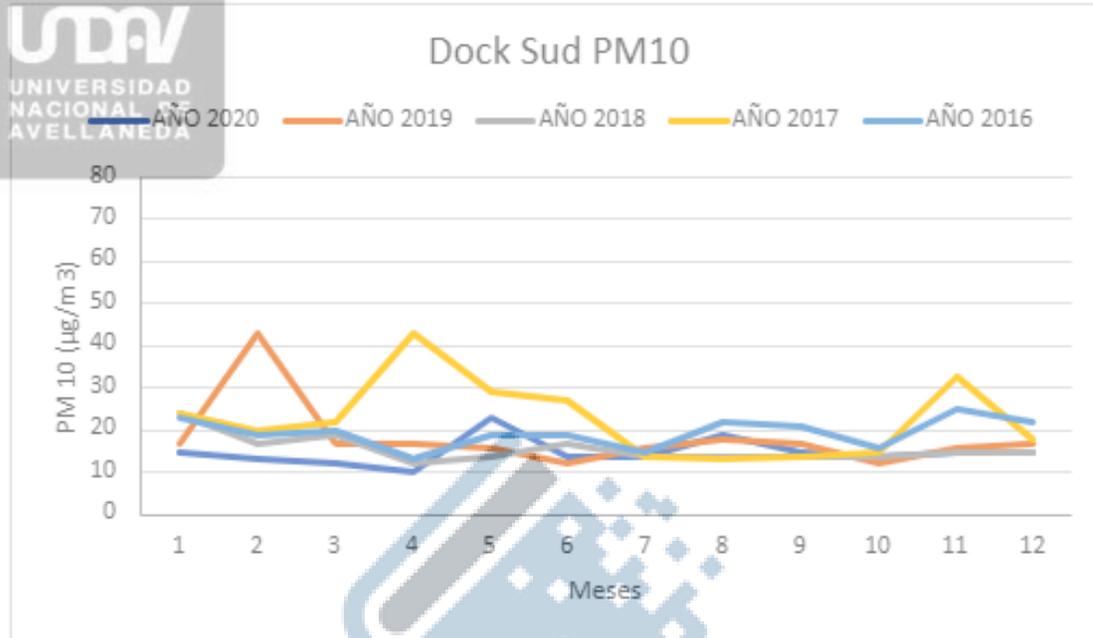


Gráfico 6. Valores de concentración de promedios mensuales de PM₁₀-Dock Sud de 2016-2020.

Fuente: Elaboración propia.

Repositorio Digital de

Se realizó un promedio anual de cada año analizando la evolución del promedio de PM₁₀ y se obtuvo la siguiente tabla (Tabla 17) para luego analizar los resultados y observar si cumplen con las normativas.

Año	valores promedios anuales PM ₁₀
2016	20
2017	23
2018	16
2019	18
2020	15

Tabla 17. Valores Promedios anuales de PM₁₀ de la estación de Dock Sud. Fuente: Elaboración propia.

Según el anexo III “Normas de calidad de aire”- Tabla A, Decreto 1074/18, Ley 5695, el valor estándar en calidad de aire de material particulado PM_{10} no debe superar el valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual.

Del análisis de promedio anual de PM_{10} colectado en el periodo entre los años 2016 y 2020, se puede observar que el valor que se obtuvo no supera el nivel Guía establecido por la norma mencionada.

Según la directriz de calidad de aire de la OMS del año 2005 no debe superar el valor de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual PM_{10} , por lo cual si observamos la tabla de valores de concentración anual podemos ver que en el año 2017 es el único año que no cumple con la normativa, los demás años se mantienen dentro del valor establecido. (Gráfico 7)



Gráfico 7. Promedios anuales PM_{10} -Dock Sud. Fuente: Elaboración propia.

- Referencias
- Decreto 1074/18
 - Directriz de calidad de aire. OMS

8.2 Dock Sud, Material particulado PM_{2.5}

Año 2016

Año 2016												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	-	41	90	42	48	17	54	44	50	53	66	27
2	-	49	29	34	29	25	61	41	63	37	36	44
3	-	41	39	21	92	31	22	66	77	28	20	54
4	-	38	36	22	68	55	21	38	56	54	75	80
5	-	34	51	19	82	45	12	44	37	44	87	53
6	-	38	43	22	118	23	31	97	9	46	-	48
7	-	32	49	22	35	58	39	72	31	59	43	51
8	-	34	74	41	41	33	65	63	21	35	121	102
9	-	28	46	27	40	44	55	55	50	18	91	81
10	-	31	79	21	43	104	26	66	67	31	74	36
11	-	52	57	30	52	34	20	62	52	51	86	89
12	-	29	61	36	47	45	27	30	42	57	64	74
13	-	49	75	49	74	44	39	-	32	67	50	80
14	-	32	46	20	67	43	70	-	29	35	33	97
15	-	87	61	39	20	37	59	-	32	72	36	66
16	-	98	55	16	21	96	40	-	79	34	58	63
17	-	31	56	29	31	117	26	-	48	42	91	51
18	56	40	45	32	50	101	42	-	47	45	90	45
19	72	68	42	51	59	89	78	-	29	68	48	48
20	48	38	59	12	80	71	79	118	44	10	35	36
21	79	38	40	37	54	41	82	83	35	23	48	51
22	51	27	34	75	96	41	71	57	34	28	87	29
23	52	35	72	50	86	44	70	77	79	17	74	61
24	66	48	35	31	77	63	54	68	84	18	79	47
25	40	64	67	39	36	47	48	60	83	70	62	57
26	47	55	50	43	24	63	49	49	90	59	68	38
27	75	42	40	29	67	55	18	63	45	16	68	33
28	60	49	41	34	39	33	36	42	61	40	40	40
29	62	51	36	47	26	13	80	24	123	69	39	31
30	49		105	62	10	32	42	44	90	67	70	39
31	53		53		11		28	33		59		43
Promedio mensual	58	45	54	34	52	51	47	58	54	44	63	55

Tabla 18. Valores diarios de PM_{2.5} y promedios mensuales del año 2016. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	25	6,90%		
Días que cumplen con normativa OMS	34	9,30%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	306	83,80%		
			Decreto 1074/18	75 µg/m ³
			Directriz de Calidad de Aire OMS	25 µg/m ³

AÑO 2016	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	17	-	-	-	-	-	-	7	-	-	1	-		
Promedio mensual	58	45	54	34	52	51	47	58	54	44	63	55		
Valor de ICA	152	124	147	97	142	139	129	152	147	122	155	149	6,90%	93,15%
Valor más alto	79	98	90	75	118	117	82	118	123	72	121	102		
Valor de ICA	163	173	169	161	183	183	165	183	186	160	185	175		

Tabla 19. Registro de datos y valor de ICA en el año 2016. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2016 se analizó los siguientes promedios de concentración de $PM_{2,5}$ (Gráfico 8). Se observó el pico más alto de concentración promedio mensual en el mes de noviembre superando los $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mientras que en el resto de los meses presentaron valores de concentración entre $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, excepto el mes de abril que posee un valor cercano a los $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 18)

Si comparamos los valores de $PM_{2,5}$ para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2016 según los datos recolectados con un porcentaje de 93,15% (Tabla 19), el 83,80% supera el valor guía establecido, el 9,30% se mantiene dentro de los valores establecidos y el 6,90% de los días no presentan valores. (Tabla 18)

Con respecto al valor de ICA en relación con el $PM_{2,5}$ si tomamos como referencia los valores promedios mensuales podemos observar que un mes presentó un ICA moderado, en ocho de los meses presentó un ICA no saludable para grupos sensibles y tres de los meses presentaron un ICA insalubre. Sin embargo, si tenemos en cuenta los valores máximos se puede observar que en todos los meses presentó un ICA con la característica de insalubre. (Tabla 19)

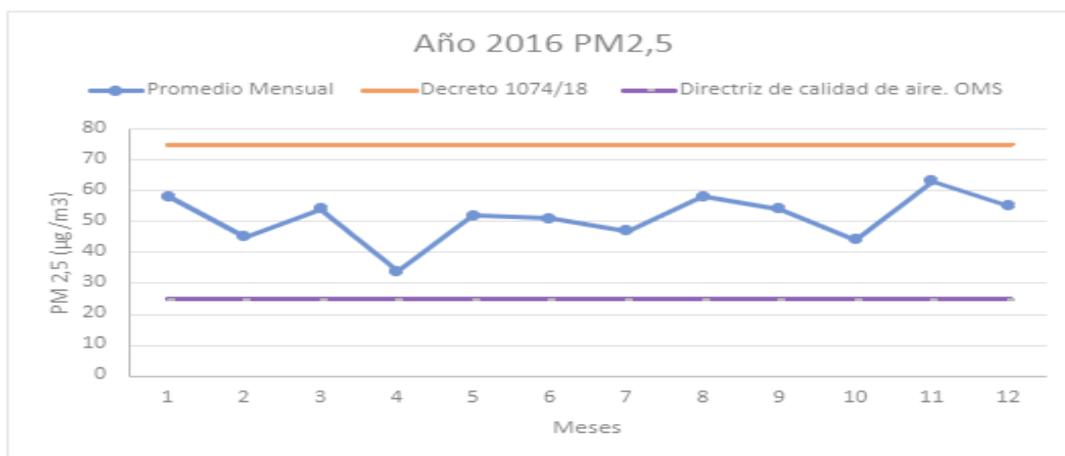


Gráfico 8. Valores de concentración de promedios mensuales de $PM_{2,5}$ -Dock Sud para el año 2016. Fuente:

Elaboración propia.

Año 2017



Año 2017												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	36	42	51	57	78	70	58	19	46	27	49	51
2	36	25	59	39	549	92	54	14	58	13	54	51
3	116	44	87	52	26	92	16	26	48	15	20	36
4	49	52	47	34	77	26	36	59	35	40	33	36
5	72	35	48	57	49	58	48	63	22	45	112	41
6	105	14	39	81	38	70	29	19	42	67	502	41
7	71	37	39	45	18	116	44	19	-	66	59	28
8	72	86	99	48	11	42	10	33	-	39	39	44
9	74	49	77	85	15	50	14	26	-	31	28	49
10	115	65	27	76	35	46	23	41	-	42	35	58
11	28	140	47	9	41	-	18	17	13	50	59	70
12	35	35	69	30	35	59	33	9	22	58	51	60
13	52	50	36	55	13	75	21	17	46	19	55	43
14	71	54	-	48	20	61	43	23	21	34	54	62
15	50	20	62	21	19	36	18	42	50	65	40	44
16	74	45	52	22	43	24	24	46	64	40	81	62
17	70	57	32	29	72	26	16	68	40	16	32	42
18	67	46	88	43	34	38	30	65	23	34	53	36
19	70	31	51	41	17	160	52	50	37	34	42	37
20	54	46	34	77	14	30	63	44	55	29	70	-
21	68	38	74	694	14	-	72	39	70	49	40	-
22	57	45	64	55	15	21	77	48	22	24	36	-
23	57	48	65	60	38	31	36	50	27	21	45	-
24	51	92	33	47	27	38	57	52	76	46	107	-
25	62	77	94	22	32	38	33	36	13	41	74	-
26	48	72	52	61	18	34	24	48	54	44	32	-
27	60	43	33	18	32	34	24	22	58	93	35	-
28	65	28	56	42	43	35	52	15	38	26	99	-
29	43	*	52	44	24	34	62	16	45	58	68	-
30	45	*	72	57	40	54	83	23	31	22	56	-
31	46	*	63	*	69	*	35	49	*	34	*	-
Promedio mensual	62	51	57	68	50	53	39	35	40	39	69	47

Tabla 20. Valores diarios de $PM_{2,5}$ y promedios mensuales del año 2017. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	19	5,20%		
Días que cumplen con normativa OMS	60	16,40%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	286	78,40%		
			Decreto 1074/18	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Directriz de Calidad de Aire OMS	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2017	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	-	-	1	-	-	2	-	-	4	-	-	12		
Promedio mensual	62	51	57	68	50	53	39	35	40	39	69	47		
Valor de ICA	154	139	152	157	137	144	110	99	112	110	158	129	5,20%	94,80%
Valor mas alto	116	140	99	694	549	160	83	69	76	93	502	70		
Valor de ICA	182	195	173	628	532	210	165	158	162	170	501	158		

Tabla 21. Registro de datos y valor de ICA en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2017 se observaron los siguientes promedios de concentración de $PM_{2,5}$ (Gráfico 9). Se puede ver que hubo tres picos de mayor concentración que superaron los $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en los meses de enero, abril y noviembre. Mientras que en los meses de julio a octubre el valor de concentración ronda aproximadamente los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y en los meses de febrero, marzo, mayo, junio y diciembre el valor de concentración promedio ronda los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 20)

Si comparamos los valores de $PM_{2,5}$ para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2017 según los datos registrados con un porcentaje de 94,80% (Tabla 21), el 78,40% de los días supera los valores guías, el 16,40% de los días se mantiene dentro de los parámetros y el 5,20% de los días no presentan datos. (Tabla 20)

Con respecto al valor de ICA en relación con el $PM_{2,5}$ si tomamos el valor promedio mensual podemos observar que en un mes presentó un ICA moderado, en siete de los meses presentó un ICA no saludable para grupos sensibles y en cuatro de los meses presenta un ICA insalubre. Si tenemos en cuenta los valores máximos de cada mes podemos observar que se obtiene un ICA insalubre en ocho meses, un mes con ICA muy insalubre y tres meses con ICA peligroso. (Tabla 21)

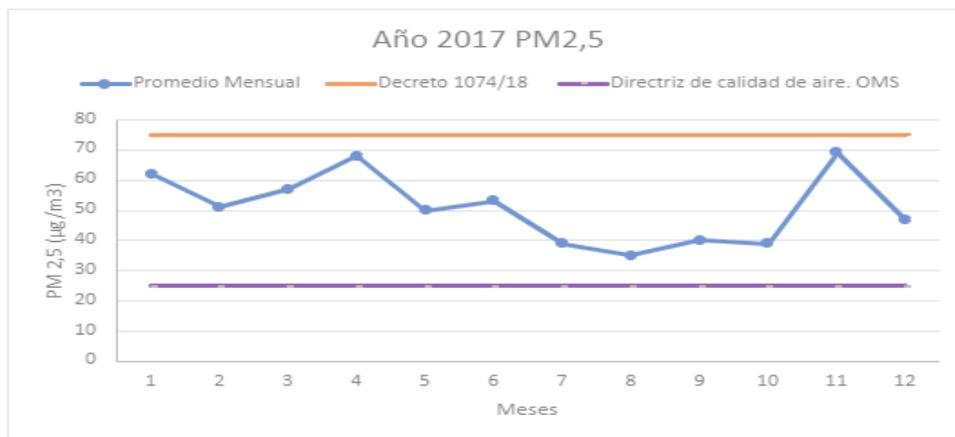


Gráfico 9. Valores de concentración de promedios mensuales de $PM_{2,5}$ para el año 2017. Fuente: Elaboración propia.

Año 2018

Año 2018												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1			46	37	25	17	47	49	42	19	36	32
2	43	62	46	31	26	29	29	43	67	24	34	61
3	41	104	65	44	25	31	79	63	32	57	37	-
4	78	42	46	52	26	34	47	35	54	51	32	-
5	103	45	29	42	20	44	52	48	36	63	19	64
6	60	52	93	40	52	44	38	56	30	60	32	92
7	41	56	71	40	23	60	32	41	36	33	54	96
8	32	49	80	27	25	38	15	40	72	26	53	69
9	49	63	39	26	9	63	33	24	43	37	42	55
10	36	59	42	32	45	34	35	35	29	37	50	53
11	44	80	53	39	43	36	39	30	25	49	34	61
12	28	-	45	57	30	45	15	32	37	38	14	38
13	30	40	51	35	49	27	39	14	40	35	33	54
14	50	28	125	55	87	28	66	24	51	74	36	23
15	37	46	61	27	16	35	66	38	47	43	35	36
16	46	62	52	19	50	62	64	47	29	30	57	54
17	34	80	43	25	51	37	48	36	12	31	69	29
18	58	41	32	29	41	28	25	31	47	55	38	28
19	55	45	17	42	47	38	-	-	33	45	22	-
20	64	44	32	41	26	39	28	-	25	54	39	-
21	22	59	68	20	42	54	12	-	70	19	47	-
22	39	59	39	27	49	51	30	58	47	16	68	-
23	78	73	40	44	61	74	37	41	56	54	69	31
24	57	63	30	29	74	44	54	32	26	47	71	21
25	57	58	-	40	63	41	97	40	61	16	42	19
26	61	49	28	32	39	51	35	37	22	41	48	25
27	57	31	59	19	25	37	17	63	55	36	44	19
28	44	40	30	27	39	82	19	55	60	21	63	49
29	49	*	30	-	38	69	21	46	23	13	64	68
30	56	35	30	42	83	13	60	12	31	42	25	25
31	66	*	27	*	24	*	48	61	28	*	-	-
Promedio mensual	50	54	48	35	39	47	39	42	41	38	44	46

Tabla 22. Valores diarios de $PM_{2,5}$ y promedios mensuales del año 2018. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	15	4,10%		
Días que cumplen con normativa OMS	50	13,70%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	300	82,20%		
			Decreto 1074/18	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Directriz de Calidad de Aire OMS	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	1	1	1	1	-	-	1	3	-	-	-	7		
Promedio mensual	50	54	48	35	39	47	39	42	41	38	44	46		
Valor de ICA	137	147	132	99	110	129	110	117	115	107	122	127	4,10%	95,90%
Valor mas alto	103	104	125	57	87	87	97	63	72	63	71	96		
Valor de ICA	176	176	187	152	167	167	171	155	160	155	159	172		

Tabla 23. Registro de datos y valor de ICA en el año 2018. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2018 se analizaron los siguientes valores de concentración promedio de $PM_{2,5}$ (Gráfico 10). Se puede observar que en los meses de enero y febrero los valores de concentración superan los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el resto de los meses el valor se encuentra entre los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $50 \mu\text{g}/\text{m}^2$, excepto en el mes de abril que el valor es menor a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 22)

Si comparamos los valores de $PM_{2,5}$ para 24 horas con la directriz de calidad de aire de OMS, que establece como valor guía $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2018 según el registro de datos con un porcentaje de 95,90% (Tabla 23), el 82,20% de los días superó el valor guía, el 13,70% de los días se mantiene dentro de los parámetros y el 4,10% de los días no presentan datos. (Tabla 22)

Con respecto al valor de ICA en relación con el $PM_{2,5}$ si tenemos en cuenta los valores promedios mensuales podemos observar que en uno de los meses se obtuvo un valor de ICA moderado y el resto de los meses presenta un ICA no saludable para grupos sensibles. Sin embargo, si tenemos en cuenta los valores máximos de cada mes podemos observar que todos los meses presentaron un ICA insalubre. (Tabla 23)

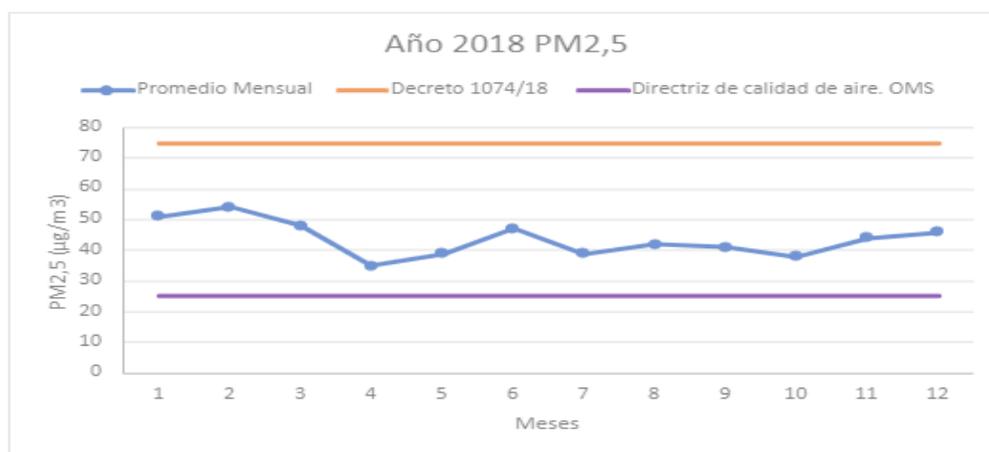


Gráfico 10. Valores de concentración de promedios mensuales de $PM_{2,5}$ para el año 2018. Fuente: Elaboración propia.

Año 2019

Año 2019												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	49	49	41	36	56	42	14	57	77	49	31	75
2	-	50	51	41	44	27	40	67	57	35	36	43
3	40	134	45	42	53	57	41	55	76	32	45	42
4	32	-	19	58	51	46	39	47	42	33	29	39
5	-	-	20	46	38	28	40	25	58	27	22	51
6	-	-	43	41	12	23	41	22	49	19	37	30
7	19	77	29	55	38	28	64	50	39	27	-	57
8	39	27	41	53	40	35	34	73	42	40	-	41
9	43	40	33	71	23	52	26	52	35	79	66	43
10	43	49	38	49	12	18	25	21	9	54	42	55
11	125	64	29	35	17	51	60	49	17	26	30	69
12	66	50	28	21	28	54	73	25	31	23	37	78
13	21	37	22	53	38	47	45	45	42	13	32	65
14	12	41	33	30	83	28	50	34	62	23	61	47
15	36	32	39	34	63	21	54	83	19	39	68	43
16	26	56	36	53	57	10	61	43	33	37	34	27
17	37	23	19	94	48	48	87	-	34	20	34	49
18	56	17	11	27	41	16	20	-	62	15	41	61
19	25	18	40	37	24	12	42	-	53	29	53	31
20	31	39	59	34	24	24	55	-	73	51	41	40
21	19	66	37	47	42	33	40	-	77	18	35	31
22	31	64	48	52	26	17	48	-	91	26	60	33
23	51	44	102	83	44	42	33	-	31	33	37	42
24	59	96	43	27	73	62	46	30	59	40	40	45
25	51	159	48	54	69	35	46	55	48	20	32	32
26	27	10	49	42	30	25	37	-	75	58	19	39
27	43	-	54	28	14	49	15	59	70	37	36	20
28	32	63	10	60	20	49	56	48	31	43	32	32
29	31	*	40	25	73	36	14	33	32	29	55	28
30	40	*	28	34	51	30	38	51	40	19	44	33
31	26	*	34		35		62	58		32		-
Promedio mensual	39	53	39	44	42	34	43	48	49	34	40	44

Tabla 24. Valores diarios de $PM_{2.5}$ y promedios mensuales del año 2019. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	22	6%		
Días que cumplen con normativa OMS	58	15,90%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	285	78%		
			Decreto 1074/18	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Directriz de Calidad de Aire OMS	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2019	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	4	5	-	-	-	-	-	10	-	-	2	1		
Promedio mensual	39	53	39	44	42	34	43	48	49	34	40	44		
Valor de ICA	110	144	110	122	117	97	119	132	134	97	112	122	6%	94%
Valor mas alto	125	139	102	94	83	62	87	83	91	79	68	78		
Valor de ICA	187	194	175	171	165	154	167	165	169	163	157	163		

Tabla 25. Registro de datos y valor de ICA en el año 2019. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2019 se analizaron los siguientes valores de concentración promedio de $PM_{2.5}$ (Gráfico 11). Se puede observar que hubo un pico alto de concentración promedio que superó los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de febrero, en los meses de enero, marzo, abril, mayo, julio, noviembre y diciembre el valor se acerca a los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y en los meses de junio y octubre el valor es más cercano a los $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y por último en los meses de agosto y septiembre los valores son cercanos a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 24)

Si comparamos los valores de $PM_{2.5}$ para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2019 según el registro de datos con un porcentaje de 94% (Tabla 25), el 78% de los días superó el valor guía establecido, el 15,90% de los días se mantuvo dentro de los límites y el 6% de los días no presentan datos. (Tabla 24)

Con respecto a los valores de ICA en relación con $PM_{2.5}$ si tenemos en cuenta los valores promedios mensuales podemos decir que en la mayoría de los meses se obtuvo un ICA no saludable para grupos sensibles, excepto en dos meses que se obtuvo un ICA moderado. Sin embargo, si tenemos en cuenta los valores máximos de cada mes se obtuvo un ICA insalubre en todos los meses. (Tabla 25)

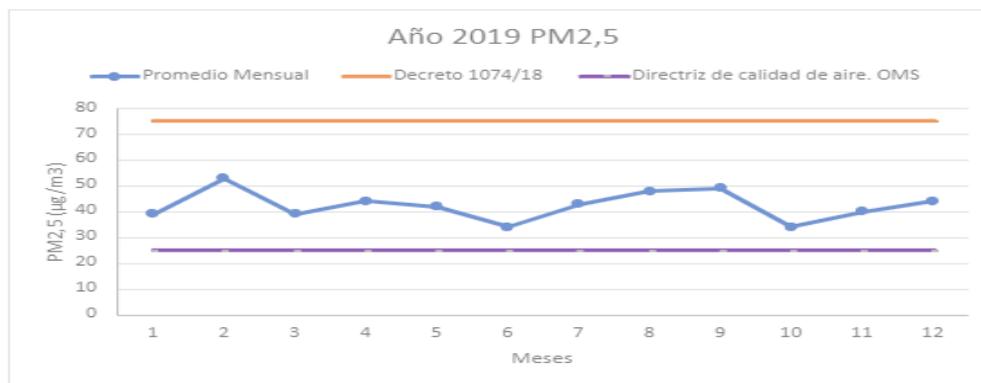


Gráfico 11. Valores de concentración de promedios mensuales de $PM_{2.5}$ para el año 2019. Fuente: Elaboración propia.

Año 2020

Año 2020												
meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días												
1	-	34	40	9	30	31	76	32	47	29	39	54
2	18	29	41	19	65	35	21	13	42	60	25	57
3	23	24	50	17	-	93	38	-	17	57	18	28
4	27	32	45	30	136	56	33	50	10	-	27	36
5	23	38	45	23	15	53	23	39	33	-	23	54
6	21	41	33	16	19	40	27	67	-	14	47	42
7	35	31	33	33	-	14	51	48	-	36	38	22
8	47	38	41	36	-	19	45	12	36	53	30	26
9	45	19	52	55	-	38	59	-	25	33	19	13
10	50	19	74	41	-	59	42	46	35	72	31	38
11	55	41	44	52	-	31	33	59	35	-	17	44
12	54	55	22	14	54	29	28	55	50	-	34	54
13	52	31	45	12	76	49	26	71	43	-	36	63
14	33	35	29	20	92	47	38	76	40	22	35	25
15	36	37	30	13	42	45	53	43	38	54	45	24
16	35	-	36	22	67	15	48	77	13	49	37	46
17	54	-	31	46	79	30	40	112	46	30	64	35
18	61	19	21	34	76	32	51	48	74	26	25	33
19	37	24	13	14	45	21	36	92	100	26	46	33
20	26	45	29	14	37	28	41	49	69	29	35	61
21	40	47	44	41	46	47	67	56	57	16	35	43
22	57	50	25	45	24	26	48	64	56	39	27	54
23	40	-	15	36	30	29	58	53	34	13	30	34
24	28	-	14	40	32	13	23	-	34	79	31	28
25	35	32	26	45	56	23	15	30	42	-	66	27
26	-	58	23	29	36	24	33	26	32	-	33	29
27	-	46	28	27	32	48	36	31	-	7	62	33
28	65	56	28	22	27	71	50	21	31	31	58	31
29	44	53	30	15	29	48	36	22	26	48	37	32
30	49	*	27	11	43	15	61	-	22	32	39	38
31	47	*	33	*	45	*	30	24	*	41	*	39
Promedio mensual	40	37	34	28	49	37	41	49	41	37	36	38

Tabla 26. Valores diarios de PM_{2.5} y promedios mensuales del año 2020. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	28	7,67%
Días que cumplen con normativa OMS	71	19,50%
Días que no cumplen con la normativa OMS	266	72,90%
Decreto 1074/18	75 µg/m ³	
Directriz de Calidad de Aire OMS	25 µg/m ³	

AÑO 2020	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	3	4	-	-	6	-	-	4	4	7	-	-		
Promedio mensual	40	37	34	28	49	37	41	49	41	37	36	38		
Valor de ICA	112	105	97	84	134	105	115	134	115	105	102	107	7,70%	92,30%
Valor mas alto	65	58	74	55	136	93	76	112	100	79	66	63		
Valor de ICA	156	152	160	149	193	170	162	180	174	163	156	155		

Tabla 27. Registro de datos y valor de ICA en el año 2020. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2020 se obtuvieron los siguientes valores de concentración promedio de $PM_{2.5}$ (Gráfico 12). Se puede observar que hubo dos picos altos de concentración cercanos a los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los meses de mayo y agosto, el resto de los meses con valores cercanos a los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ excepto el mes de abril y marzo que presentaron valores de concentración cercano a los $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 26) Si comparamos los valores de $PM_{2.5}$ para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2020 según los datos registrados con un porcentaje de 92,30% (Tabla 27), el 72,90% de los días supera el valor guía establecido, el 19,50% de los días se mantiene dentro de los valores guías y el 7,70% de los días no presentan datos. (Tabla 26)

Con respecto a los valores de ICA en relación con $PM_{2.5}$ teniendo en cuenta los valores promedios mensuales podemos observar que en la mayoría de los meses se obtuvo un ICA no saludable para grupos sensibles y en dos de los meses se obtuvo un ICA moderado. Sin embargo, si tomamos los valores máximos de cada mes podemos observar que en todos los meses se obtuvo un ICA insalubre, solo un mes presentó un ICA no saludable para grupos sensibles. (Tabla 27)

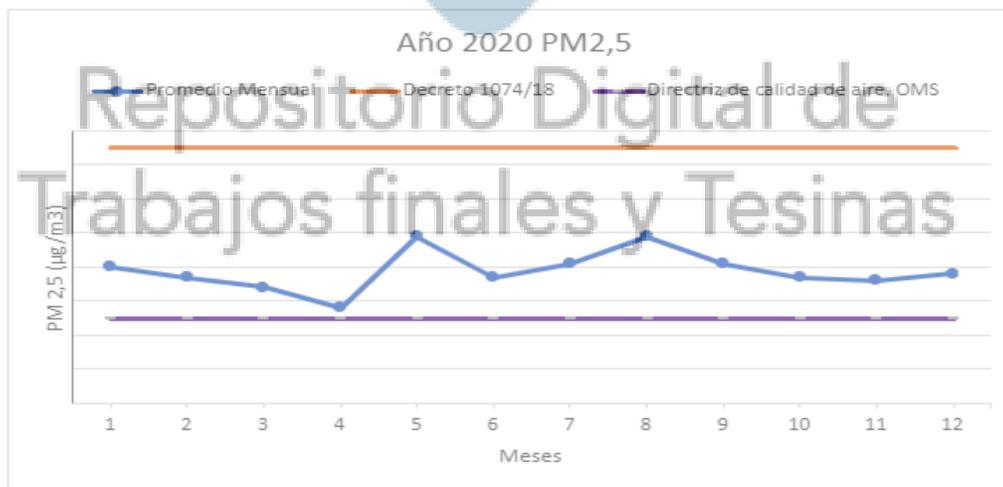


Gráfico 12. Valores de concentración de promedios mensuales de $PM_{2.5}$ para el año 2020. Fuente: Elaboración propia.

8.2.1 Análisis global del periodo 2016-2020

En este gráfico (Gráfico 13) se puede observar la concentración promedio mensual de $PM_{2.5}$ para cada año en estudio, en el cual se puede ver que los años 2017 y 2016 fueron los años que presentaron mayores picos de concentración de $PM_{2.5}$.

Si comparamos los valores obtenidos con el Decreto Provincial 1074/18 que establece como valor guía para 24 horas $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que en el año 2016 292 días cumplen con la normativa, el resto de los días no la cumplen o no presentan datos. En el año 2017 313 días cumplen con la normativa, el resto de los días no la cumplen o no presentan datos. En el año 2018 333 días cumplen con los valores guía, el resto de los días no presentan datos o no cumplen con la normativa. En el año 2019 326 días cumplen con la normativa y el resto de los días no cumple o no presentan datos. Y por último en el año 2020 324 días cumplen con la normativa y el resto de los días no cumple o no presenta datos. Por lo tanto, la mayoría de los días en los años de estudio cumplen con los valores guías del Decreto.

Si comparamos los datos obtenidos con la directriz de calidad de aire de la OMS para $\text{PM}_{2,5}$ del año 2005, que establece como valor límite $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas. Podemos decir que la mayoría de los días de 2016-2021 supera los valores guía.

Para el año 2016 solo 34 días poseen valores menores a los establecidos por la OMS. En el año 2017 únicamente 60 días poseen valores por debajo de los límites. En el año 2018 solamente 50 días presentan valores por debajo de los límites. En el año 2019 únicamente 58 días poseen valores que no superan los límites y por último en el año 2020 sólo 71 días cumplen con los límites establecidos por la OMS.

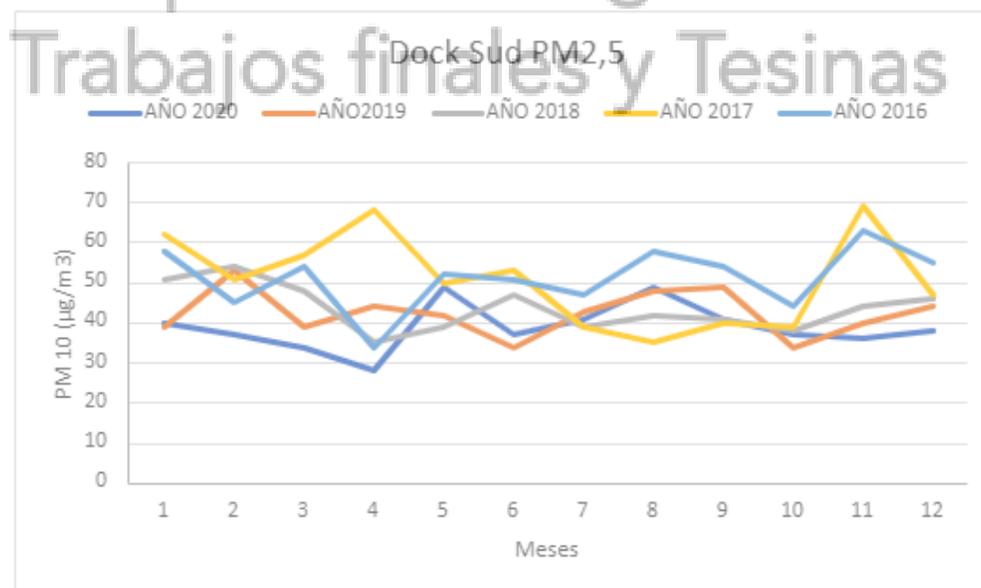


Gráfico 13. Valores de concentración de promedios mensuales de $\text{PM}_{2,5}$ de los años 2016-2020. Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un promedio anual de cada año analizando la evolución del promedio de $PM_{2.5}$ y se obtuvo la siguiente tabla (Tabla 28) para luego analizar los resultados y observar si cumplen con las normativas.

Año	valores promedios anuales $PM_{2.5}$
2016	51
2017	51
2018	44
2019	42
2020	39

Tabla 28. Valores promedios anuales de $PM_{2.5}$ en la estación de Dock Sud. Fuente: Elaboración propia.

Según el anexo III "Normas de calidad de aire"- Tabla A, Decreto 1074/18, Ley 5695, el valor estándar en calidad de aire de material particulado $PM_{2.5}$ no debe superar el valor de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual, ya que en los años de estudio estaría en vigencia la 1.^a etapa del Decreto.

Del análisis de promedio anual de $PM_{2.5}$ colectado en el periodo entre los años 2016 y 2020, se puede observar que el valor que se obtuvo supera el nivel Guía establecido por la norma mencionada. Con valores que exceden los $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual.

Según la directriz de calidad de aire de la OMS no se deben superar los $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anuales, en la tabla se puede observar que excede ese valor en los cinco años de estudio, si bien se puede observar que hubo una disminución hacia el año 2020 sigue siendo un valor alto de $PM_{2.5}$ anual. (Gráfico 14)

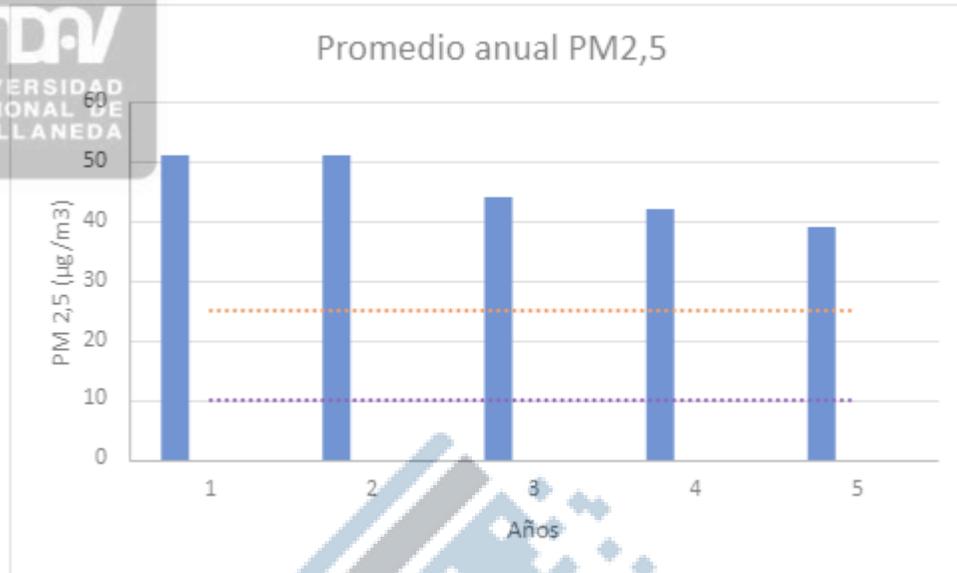


Gráfico 14. Promedios anuales de PM_{2,5}. Fuente: Elaboración propia.

- Referencias
- Decreto 1074/18
 - Directriz de calidad de aire. OMS

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

8.3 Ingeniero White, Material particulado PM₁₀

Año 2016

Año 2016												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	-	-	17	91	21	10	27	24	50	47	29	59
2	-	29	54	30	33	4	27	20	43	23	39	110
3	-	40	60	11	22	8	43	39	44	-	-	150
4	19	56	65	-	45	22	15	57	34	21	60	118
5	19	56	46	-	49	11	14	42	18	28	63	67
6	23	27	19	-	46	8	33	44	31	15	73	68
7	26	16	23	46	33	17	58	44	32	28	73	48
8	51	9	30	51	12	28	42	39	42	1	52	40
9	76	14	47	40	19	39	43	37	60	11	50	29
10	63	16	56	30	15	74	28	56	83	16	40	41
11	28	22	43	18	25	25	15	58	80	22	19	50
12	34	37	-	21	38	30	15	92	46	40	36	28
13	57	37	61	43	43	31	30	70	27	38	43	44
14	86	58	53	23	-	39	47	73	26	40	48	36
15	50	43	69	32	-	50	33	41	30	35	50	28
16	85	41	-	25	-	50	16	10	29	23	69	97
17	64	57	-	29	-	52	10	25	49	16	40	155
18	19	65	-	31	-	49	15	61	55	9	46	115
19	23	-	-	37	38	24	37	52	19	17	61	50
20	49	-	28	30	31	28	57	35	15	21	86	43
21	63	30	23	38	13	13	55	23	91	27	46	63
22	57	34	28	54	16	30	50	15	81	38	19	93
23	40	30	-	60	16	41	53	27	54	40	30	52
24	34	-	55	16	46	46	49	55	63	32	49	69
25	37	-	125	12	60	61	25	63	51	32	67	60
26	35	45	63	14	21	42	13	78	46	50	75	55
27	60	38	30	12	16	54	16	88	53	-	75	26
28	-	35	40	22	13	29	15	48	63	-	11	42
29	25	22	45	29	19	16	27	21	75	46	11	46
30	27	*	55	*	18	11	42	27	61	74	20	32
31	41	*	81		12	*	-	72	*	56	*	52
Promedio mensual	44	36	47	33	28	31	32	46	48	30	48	63

Tabla 29. Valores diarios de PM₁₀ y promedios mensuales del año 2016. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	28	7,67%		
Días que cumplen con la normativa OMS	243	66,60%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	94	25,80%		
			Decreto 1074/18	150 µg/m ³
			Directriz de Calidad de Aire OMS	50 µg/m ³

AÑO 2016	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	4	5	6	3	5	-	1	-	-	3	1	-		
Promedio mensual	44	36	47	33	28	31	32	46	48	30	48	63		
Valor de ICA	41	33	44	31	26	29	30	43	44	28	44	55	7,67%	92,30%
Valor más alto	86	65	125	91	60	74	58	92	91	74	86	155		
Valor de ICA	66	56	86	69	53	60	52	69	69	60	66	101		

Tabla 30. Registro de datos y valor de ICA en el año 2016. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2016 se analizaron los siguientes valores de concentración promedio de PM_{10} (Gráfico 15). Se puede observar que hubo un pico alto en diciembre que superó los $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el resto de los meses los valores de concentración promedio variaron entre $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 29)

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2016 según los datos registrados con un porcentaje de 92,30% (Tabla 30), el 25,80% de los días supera el valor guía, el 7,67% de los días no presenta datos y el 66,60% de los días se mantiene dentro de los límites establecidos.

Con respecto a los valores de ICA en relación con el PM_{10} teniendo en cuenta los valores promedios mensuales podemos observar que en la mayoría de los meses se obtiene un ICA bueno, solo un mes presentó un ICA moderado. Mientras que con los valores máximos de cada mes se obtuvo un ICA moderado en la mayoría de los meses, sólo en un mes presentó un ICA no saludable para grupos sensibles. (Tabla 30)

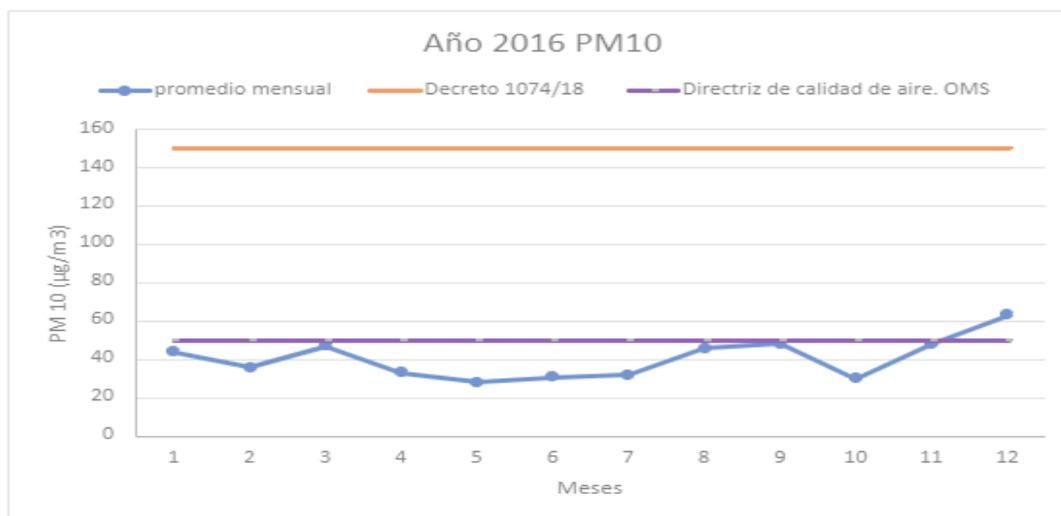


Gráfico 15. Valores de concentración de promedios mensuales de PM_{10} para el año 2016. Fuente: Elaboración propia.

Año 2017

Año 2017												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	57	-	-	895	895	-	47	22	45	-	48	33
2	67	-	-	-	-	-	54	55	53	8	26	26
3	66	40	-	-	-	-	24	59	40	14	16	14
4	88	48	895	-	-	-	38	75	15	24	13	10
5	73	53	-	-	-	-	49	61	17	80	35	23
6	69	27	-	-	-	-	23	80	-	84	25	50
7	75	-	-	-	-	-	18	59	-	51	13	61
8	97	28	-	-	-	-	65	28	-	46	22	65
9	58	33	-	-	-	13	21	27	-	52	15	53
10	54	23	-	-	-	-	19	24	-	23	14	49
11	40	24	-	-	-	-	28	17	31	47	23	56
12	56	30	-	-	-	-	68	8	-	33	22	55
13	51	35	-	-	-	57	45	6	36	32	33	80
14	61	39	-	-	-	54	27	8	36	-	45	72
15	62	39	-	-	-	43	34	40	37	54	55	28
16	45	21	-	-	-	40	-	45	23	36	40	48
17	27	33	-	-	-	36	10	42	34	76	51	61
18	40	60	-	-	-	23	15	43	34	91	83	66
19	51	-	-	-	-	66	42	48	43	72	22	39
20	53	72	-	-	-	12	47	61	67	33	23	58
21	66	57	-	-	-	28	39	46	55	36	30	51
22	80	61	-	-	-	25	62	39	37	31	30	49
23	52	60	-	-	-	48	72	121	58	17	-	53
24	36	52	-	-	-	52	50	45	50	39	83	40
25	51	55	-	-	-	58	26	48	63	70	-	45
26	32	49	-	-	-	13	45	68	43	-	113	49
27	31	29	-	-	-	8	60	29	27	39	66	31
28	54	-	-	-	-	11	36	27	25	28	72	38
29	90	*	-	-	-	10	28	22	43	30	51	49
30	111	*	-	-	-	22	41	10	54	27	66	53
31	-	*	-	*	-	*	21	19	*	23	*	-
Promedio mensual	60	42	895	895	895	33	38	42	40	43	41	47

Tabla 31. Valores diarios de PM_{10} y promedios mensuales del año 2017. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	120	32,88%		
Días que cumplen con la normativa OMS	155	42,50%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	90	24,70%		
			Decreto 1074/18	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Directriz de Calidad de Aire OMS	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO2017	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	1	6	30	29	30	11	1	-	6	3	2	1		
Promedio mensual	60	42	895	895	895	33	38	42	40	43	41	47		
Valor de ICA	53	39	791	791	791	31	35	39	37	40	38	44	32,88%	37,54%
Valor mas alto	111	72	895	895	895	66	72	121	67	91	113	80		
Valor de ICA	79	59	791	791	791	56	59	84	57	69	80	63		

Tabla 32. Registro de datos y valor de ICA en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2017 se analizaron los siguientes valores de concentración promedio de PM_{10} (Gráfico 16). Se puede observar que en la mayoría de los meses los valores de concentración promedio se encuentran aproximadamente entre $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En los meses de marzo, abril y mayo se registraron datos en un solo día, por diversos problemas el muestreo no fue continuo en estos meses por lo que la disponibilidad de datos no es completa y esos valores alcanzaron los $900 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 31)

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2017 según el registro de datos con un porcentaje de 37,54% (Tabla 32), el 24,70% de los días supera el valor guía establecido, el 32,88% de los días no presentan datos y el 42,50% de los días posee valores dentro de los límites establecidos.

Con respecto a los valores de ICA en relación con el PM_{10} teniendo en cuenta los valores promedios mensuales podemos observar que en la mayoría de los meses presenta un ICA bueno, un mes presentó un ICA moderado y en tres meses se obtuvo un ICA peligroso. Sin embargo, si tenemos en cuenta los valores máximos de cada mes se obtuvo en la mayoría de los meses un ICA moderado y en tres de los meses presenta un ICA considerado como peligroso. (Tabla 32)



Gráfico 16. Valores de concentración de promedios mensuales de PM_{10} para el año 2017. Fuente: Elaboración propia.

Año 2018

Año 2018												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	54	117	22	42	23	40	53	39	43	16	28	-
2	39	81	30	38	21	25	24	46	27	16	27	-
3	31	71	49	22	26	37	16	60	47	31	22	-
4	60	-	48	39	29	35	23	57	45	38	19	-
5	71	47	45	64	50	25	40	44	56	38	23	45
6	58	66	27	66	15	35	59	35	84	42	17	35
7	53	-	50	38	16	27	47	27	60	78	29	22
8	36	41	69	45	17	28	11	53	55	86	40	26
9	44	42	103	31	14	39	6	29	42	31	116	120
10	87	30	90	32	23	25	12	21	29	33	115	75
11	83	57	41	55	29	26	15	27	14	42	35	26
12	64	-	5	54	30	22	27	37	24	24	21	40
13	65	29	31	24	32	9	27	36	23	28	10	37
14	34	43	51	26	26	6	28	31	18	35	7	49
15	24	-	35	-	30	14	42	25	34	26	9	50
16	27	102	47	-	42	29	34	46	34	22	24	36
17	51	73	42	-	51	53	29	55	28	24	38	41
18	62	63	66	-	41	36	23	60	36	40	35	45
19	38	34	28	40	25	32	9	54	54	25	7	37
20	43	38	20	58	21	74	10	22	44	26	17	65
21	60	-	45	65	24	42	4	33	52	33	40	66
22	46	25	39	50	15	30	9	47	54	20	47	22
23	57	26	56	23	-	54	19	93	51	18	66	30
24	52	29	61	21	49	43	19	85	22	18	27	44
25	48	25	21	21	69	31	43	50	22	20	33	49
26	32	31	8	13	58	45	49	44	36	18	30	71
27	56	57	23	25	46	22	61	24	56	16	30	51
28	63	49	50	32	43	29	22	37	28	25	35	69
29	30	*	71	43	49	40	15	68	9	23	35	57
30	33	*	71	29	54	60	7	78	11	23	-	47
31	118	*	49	*	39	*	20	41	*	29	*	22
Promedio mensual	52	51	45	38	34	34	26	45	38	30	34	47

Tabla 33. Valores diarios de PM_{10} y promedios mensuales del año 2018. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	15	4,10%		
Días que cumplen con la normativa OMS	266	72,90%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	84	23,00%		
			Decreto 1074/18	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Directriz de Calidad de Aire OMS	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2018	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	-	5	-	4	1	-	-	-	-	-	1	4		
Promedio mensual	52	51	45	38	34	34	26	45	38	30	34	47		
Valor de ICA	48	47	42	35	31	31	24	42	35	28	31	44	4,10%	95,90%
Valor más alto	118	117	103	66	69	74	61	93	84	86	116	120		
Valor de ICA	82	82	75	56	58	60	54	70	65	66	81	83		

Tabla 34. Registro de datos y valor de ICA en el año 2018. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2018 se analizaron los siguientes valores de concentración promedio de PM_{10} (Gráfico 15). Se puede observar que hubo dos picos de concentración alta que superó los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los meses de enero y febrero, a partir de marzo se observa una disminución de la concentración hasta el mes de julio, luego asciende el valor superando los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de agosto, posteriormente en los meses siguientes vuelve a descender hasta noviembre con valores cercanos a los $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el mes de diciembre vuelve a aumentar con un valor cercano a los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 33)

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2018 según los datos registrados con un porcentaje de 95,90% (Tabla 34), el 23% de los días supera el valor establecido por la norma, el 4,10% de los días no presenta datos y el 72,90% de los días no superan los valores guía de la OMS.

Con respecto a los valores de ICA si tenemos en cuenta los valores promedios mensuales podemos observar que en todos los meses se obtuvo un ICA bueno. En cambio, si tenemos en cuenta los valores máximos de cada mes se puede observar que en todos los meses se obtuvo un ICA moderado. (Tabla 34)

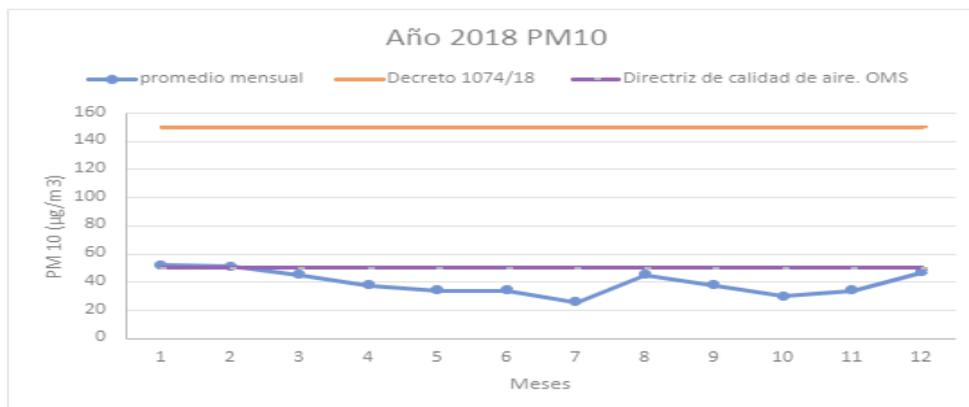


Gráfico 17. Valores de concentración de promedios mensuales de PM_{10} para el año 2018. Fuente: Elaboración propia.

Año 2019

Año 2019												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	69	51	29	57	14	8	35	32	32	32	68	
2	46	59	116	35	43	16	8	48	24	20	47	25
3	27	61	57	31	65	11	17	48	23	29	27	42
4	38	44	36	42	25	17	23	35	20	27	29	68
5	45	37	36	66	29	46	15	62	31	26	61	20
6	-	79	31	31	22	53	14	121	29	25	37	33
7	-	124	49	45	31	29	19	90	29	37	35	49
8	-	96	76	38	33	24	24	46	32	56	56	43
9	46	37	16	40	26	26	31	51	14	41	47	52
10	35	46	27	77	28	23	28	49	14	55	41	42
11	29	45	33	68	-	25	53	49	43	45	39	53
12	54	55	41	35	16	41	59	35	18	-	35	53
13	85	35	54	43	13	50	58	25	20	49	31	67
14	38	46	46	88	17	22	57	14	18	34	14	77
15	36	56	43	51	47	13	30	71	60	63	18	101
16	44	39	39	32	53	13	17	84	59	65	44	43
17	66	58	13	87	48	8	36	55	13	36	69	60
18	68	56	19	142	40	-	58	53	25	47	54	46
19	48	78	21	43	30	-	40	15	49	16	24	141
20	55	73	28	40	25	12	36	13	58	19	58	114
21	108	71	39	27	37	18	50	22	35	26	114	60
22	110	42	29	29	22	21	26	21	33	35	78	35
23	66	57	36	29	38	27	17	25	35	34	63	28
24	69	67	32	47	22	19	35	51	68	10	43	55
25	67	75	14	40	29	15	42	-	66	24	43	48
26	71	20	23	33	31	21	50	-	55	48	29	24
27	37	22	33	46	16	31	44	-	69	20	13	23
28	30	50	51	37	24	47	41	-	89	16	24	31
29	29	*	61	11	25	38	53	81	79	10	46	39
30	46	*	65	23	27	20	70	33	45	12	52	34
31	69	*	46	*	25	*	29	26	*	-	*	-
Promedio mensual	54	57	41	46	32	25	35	47	40	33	45	52

Tabla 35. Valores diarios de PM_{10} y promedios mensuales del año 2019. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	14	3,83%	Decreto 1074/18	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Días que cumplen con la normativa OMS	252	69,00%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	99	27,00%		
			Directriz de Calidad de Aire OMS	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2019	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	4	-	-	-	1	2	-	4	-	2	-	1		
Promedio mensual	54	57	41	46	32	25	35	47	40	33	45	52		
Valor de ICA	50	52	38	43	30	23	32	44	37	31	42	48	3,83%	96,20%
Valor mas alto	110	124	116	142	65	53	70	121	89	65	114	141		
Valor de ICA	78	85	81	94	56	49	58	84	68	56	80	94		

Tabla 36. Registro de datos y valor de ICA en el año 2019. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2019 se analizaron los siguientes valores de concentración promedio de PM_{10} (Gráfico 18). Se observó que en los meses de enero, febrero y diciembre hubo concentraciones que superaron los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, los meses de abril, agosto y noviembre con valores cercanos a los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, marzo y septiembre con valores cercanos a los $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y en los demás meses con valores entre $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 35)

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2019 con el 96,20% de datos registrados (Tabla 36), el 27% de los días supera los valores guías de la OMS, el 3,83% de los días no presenta datos y el 69% de los días no supera los límites establecidos por la norma. (Tabla 35)

Con respecto a los valores de ICA en relación con el PM_{10} si tenemos en cuenta los valores promedios mensuales podemos observar que en la mayoría de los meses se obtiene un ICA bueno, solo en el mes de febrero se obtuvo un ICA moderado. En cambio, si tenemos en cuenta los valores máximos de cada mes podemos observar que en la mayoría de los meses se obtuvo un ICA moderado, solo uno de los meses presentó un ICA bueno. (Tabla 36)



Gráfico 18. Valores de concentración de promedios mensuales de PM_{10} para el año 2019.

Fuente: Elaboración propia.

Año 2020

Año 2020												
Días	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	-	61	46	-	29	4	13	114		39	29	31
2	8	46	37	9	17	8	15	54	36	28	19	59
3	16	71	48	9	11	21	21	34	30	25	29	68
4	28	66	-	15	14	21	25	31	27	20	46	57
5	42	66	57	20	19	20	17	60	41	14	125	64
6	42	32	-	27	18	32	8	22	18	9	195	32
7	14	22	56	24	2	23	17	11	14	24	43	51
8	31	26	75	18	20	12	46	32	29	30	30	55
9	48	19	53	25	34	15	24	41	77	35	31	68
10	38	18	36	28	54	21	10	25	61	39	28	50
11	34	22	54	29	28	26	16	38	33	54	23	55
12	30	41	57	58	37	40	9	49	50	38	13	26
13	32	89	53	43	32	52	7	23	33	8	21	37
14	46	96	39	10	27	23	10	25	33	22	32	-
15	43	14	42	18	44	24	27	31	14	70	31	-
16	23	20	24	21	46	45	52	64	61	58	18	-
17	6	21	29	23	32	36	65	62	48	37	21	-
18	1	60	41	43	20	32	75	33	50	52	33	-
19	41	23	22	60	36	14	53	19	76	34	27	-
20	38	24	21	58	54	20	36	20	-	19	36	34
21	44	32	31	29	31	17	15	20	-	20	57	11
22	53	34	36	24	18	11	16	29	-	25	53	17
23	42	37	44	26	21	17	12	54	120	18	33	47
24	61	49	30	43	31	30	8	102	67	4	18	68
25	68	72	-	50	24	31	3	92	55	-	18	65
26	54	41	-	25	21	16	10	-	62	-	34	28
27	53	27	22	13	29	17	17	-	41	17	48	32
28	58	55	29	11	38	20	16	-	12	16	45	33
29	95	42	25	6	30	37	25	18	33	33	57	35
30	67	*	23	7	20	12	35	20	38	37	31	26
31	35	*	-	*	15	*	64	13	*	19	*	29
Promedio mensual	40	42	40	27	27	23	25	41	44	29	41	43

Tabla 37. Valores diarios de PM_{10} y promedios mensuales del año 2020. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Días sin datos	22	6%		
Días que cumplen con la normativa OMS	273	74,80%		
Días que no cumplen con la normativa OMS	70	19,20%		
			Decreto 1074/18	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Directriz de Calidad de Aire OMS	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

AÑO 2020	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% sin datos	% datos validados
Días sin registro de datos	1	-	5	1		-	-	4	3	2	-	6		
Promedio mensual	40	42	40	27	27	23	25	41	44	29	41	43		
Valor de ICA	37	39	37	25	25	21	23	38	41	27	38	40	6%	94%
Valor mas alto	95	96	75	60	54	52	75	114	120	70	195	68		
Valor de ICA	71	71	61	53	50	48	61	80	83	58	121	57		

Tabla 38. Promedios mensuales de PM_{10} y valores de ICA en el año 2020. Fuente: Elaboración propia.

En el año 2020 se analizaron los siguientes valores de concentración promedio de PM_{10} (Gráfico 19). Se observa que en los meses de enero a marzo, agosto, septiembre, noviembre y diciembre presenta valores de concentración entre $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en los demás meses se observan con valores entre $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Tabla 37)

Si comparamos los valores de PM_{10} para 24 horas con la directriz de calidad de aire de la OMS, que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Podemos decir que para el año 2020 con el 94% de datos registrados (Tabla 38), el 74,80% no supera el valor guía de la OMS, el 19,20% de los días supera el límite y el 6% de los días no presentan datos. (Tabla 37)

Con respecto a los valores de ICA en relación con el PM_{10} teniendo en cuenta los valores promedios mensuales podemos observar que en la mayoría de los meses se obtuvo un ICA bueno. En cambio, si tenemos en cuenta los valores máximos de cada mes podemos observar que en la mayoría de los meses se obtuvo un ICA moderado, solo un mes presentó un ICA no saludable para grupos sensibles y otro mes presentó un ICA bueno. (Tabla 38)



Gráfico 19. Valores de concentración de promedios mensuales de PM_{10} para el año 2020. Fuente: Elaboración propia.

8.3.1 Análisis global del periodo 2016-2020

En este gráfico (Gráfico 20) se puede observar la variación de la concentración promedio mensual de PM_{10} para cada año en estudio de la estación de monitoreo de Ingeniero White, en el cual se puede ver que el año 2017 fue el de mayor concentración de PM_{10} . Si observamos el gráfico 21 se puede ver con mayor precisión la variación de PM_{10} los demás años. Si comparamos los datos obtenidos con el valor límite establecido por el Decreto 1074/18 que establece como valor límite de PM_{10} $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas podemos decir que:

Para el año 2016 solo un día del año se excedió de los valores límites con $155 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de diciembre. En el año 2017 solo tres días hubo exceso de los límites establecidos en los meses de marzo, abril y mayo con valores de $895 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo el año con mayor concentración de PM_{10} . En el año 2018 Y 2019 no hubo valores que excedieran la normativa provincial y en el año 2020 hubo un día en el mes de noviembre que excede el valor con $195 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si comparamos los valores obtenidos con la normativa de OMS del 2005 que establece como valor guía $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas. Podemos observar que en el año 2016 94 días superan el valor límite, en el año 2017 90 días superan el valor límite, en el año 2018 son 84 días los que superan el valor límite, en el año 2019 son 8 días los que exceden los límites y por último en el año 2020 son 70 días los que exceden los valores establecidos por la OMS.

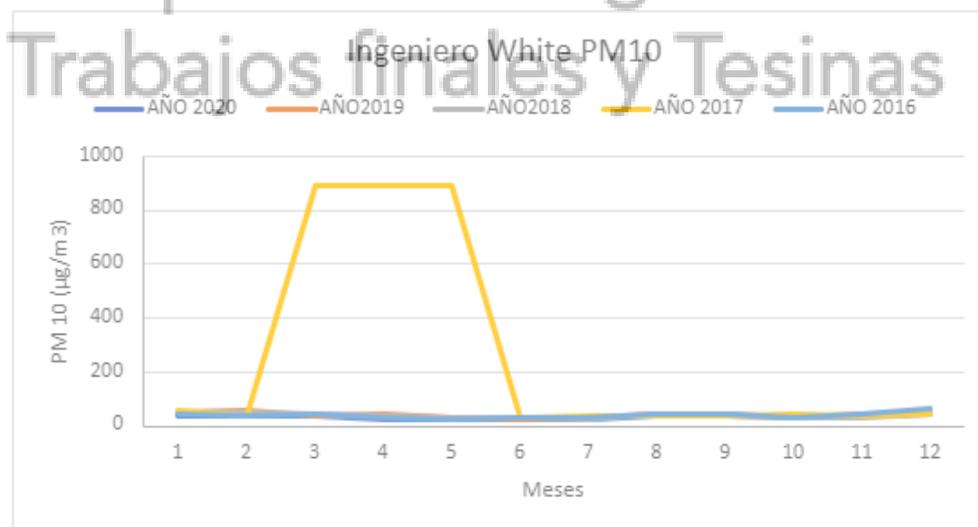


Gráfico 20. Valores de concentración de promedios mensuales de PM_{10} de los años 2016-2020. Fuente: Elaboración propia.

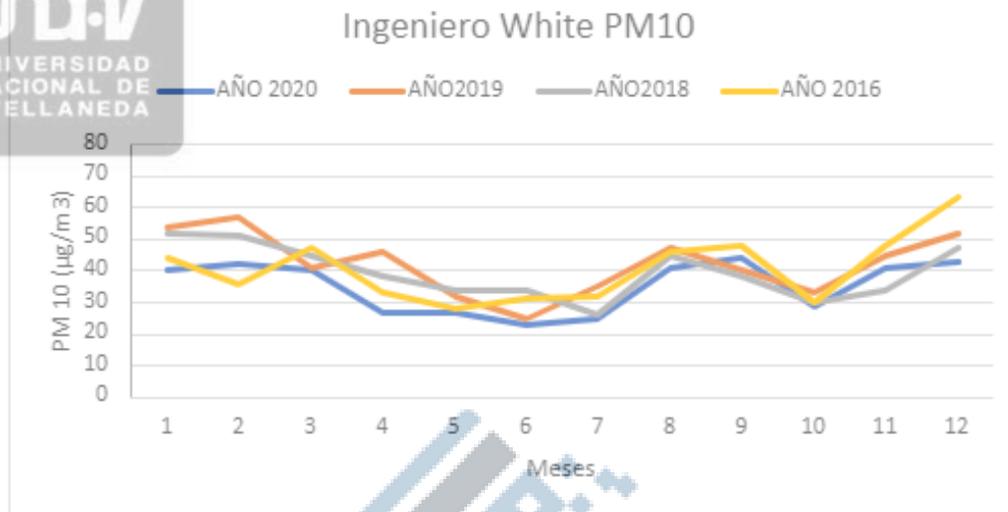


Gráfico 21. Valores de concentración de promedios mensuales de PM₁₀ con mayor detalle de los años 2018-2020 y 2016.

Se realizó un promedio anual de cada año analizando la evolución del promedio de PM₁₀ y se obtuvo la siguiente tabla (Tabla 39) para luego analizar los resultados y observar si cumplen con las normativas.

Año	valores promedios anuales PM ₁₀
2016	40
2017	256
2018	40
2019	42
2020	35

Tabla 39. Valores promedios anuales de PM₁₀ de la Estación de Ingeniero White. Fuente: Elaboración propia.

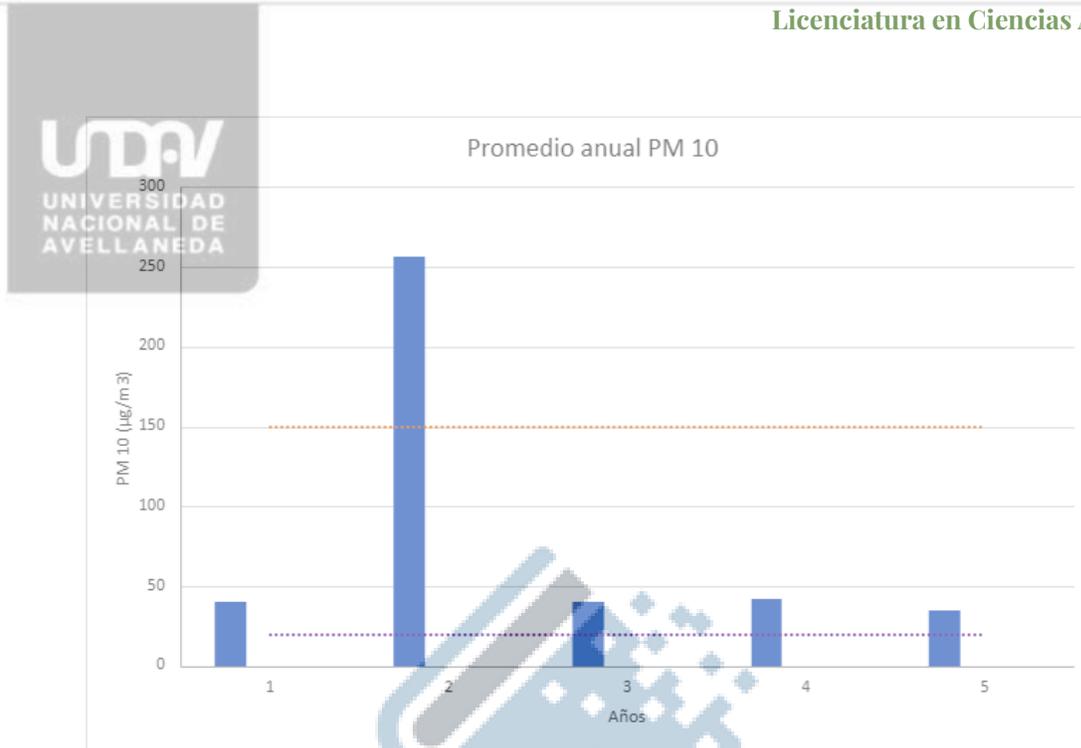


Gráfico 22. Promedios anuales de PM_{10} . Fuente: Elaboración propia.

Referencias
 — Decreto 1074/18
 — Directriz de calidad de aire.

Según el anexo III “Normas de calidad de aire”- Tabla A, Decreto 1074/18, Ley 5695, el valor estándar en calidad de aire de material particulado PM_{10} no debe superar el valor de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual.

Del análisis de promedio anual de PM_{10} colectado en el periodo entre los años 2016 y 2020, se puede observar que el valor que se obtuvo no supera el nivel Guía establecido por la norma mencionada. Excepto en el año 2017 que superó un valor muy alto cuatro veces más que el valor de la normativa.

Según la directriz de calidad de aire de la OMS del año 2005 no debe superar el valor de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual PM_{10} , por lo cual si observamos los resultados obtenidos de valores de concentración anual podemos ver que en todos los años de estudio se supera el valor guía establecido. (Gráfico 22)

8.4 Comparación de calidad de aire entre Dock Sud e Ingeniero White con PM_{10}

Tras los resultados obtenidos del análisis de PM_{10} en las ciudades de Dock Sud e Ingeniero White. En el gráfico 23 se presentan las mediciones promedio mensuales de PM_{10} en ambas ciudades para los años 2016-2020. Se puede observar que la ciudad de Ingeniero White es la que presenta mayores picos que superan los niveles guía, ya sean los niveles guía establecidos por la OMS, como también los valores del Decreto 1074/18. En el gráfico 23 se puede observar con mayor precisión en cuáles meses se superó los valores guía para PM_{10} .

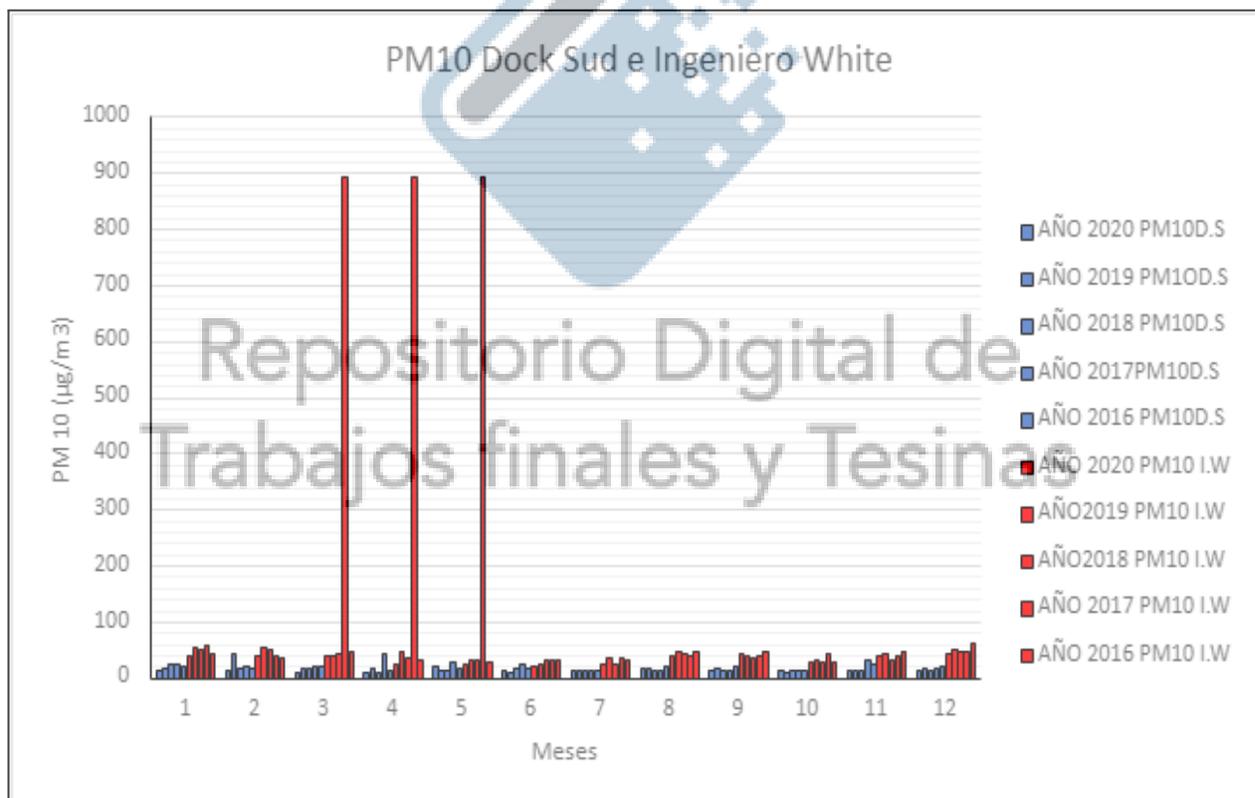


Gráfico 23. Resultados de los valores promedio mensuales de PM_{10} en las ciudades de Dock Sud e Ingeniero White entre los años 2016-2020. Fuente: Elaboración propia.

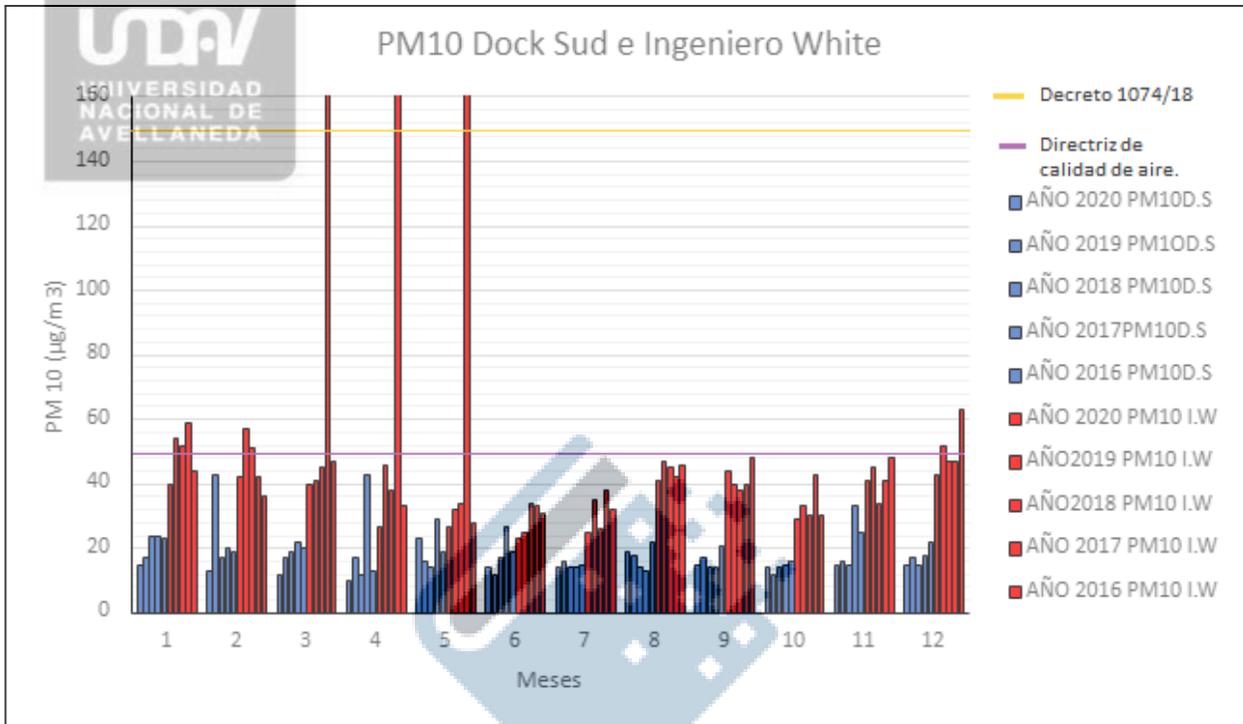


Gráfico 24. Resultados de los valores promedios de PM_{10} en las ciudades de Dock Sud e Ingeniero White entre los años 2016-2020

En cuanto a los índices de calidad de aire obtenidos para cada ciudad podemos observar que en Dock Sud (Gráfico 25) el 100% del ICA calculado con los promedios mensuales en los cinco años de estudio se caracteriza en ICA Bueno. Si observamos el ICA que se obtuvo con los valores máximos de cada mes (gráfico 27) se puede decir que el 76,7% se caracterizó en ICA bueno, el 13,3% con un ICA no saludable para grupos sensibles, el 3,3% en ICA moderado, el 3,3% en ICA peligroso, el 1,7 en ICA insalubre y el 1,7% en ICA muy insalubre. Para la ciudad de Ingeniero White (Gráfico 26) si tenemos en cuenta los promedios mensuales en los cinco años de estudio podemos decir que el 90% se caracterizó en ICA bueno, el 5% en ICA moderado y otro 5% en ICA peligroso. Sin embargo, si tenemos en cuenta los valores máximos en los cinco años de estudio (Gráfico 28) podemos observar que 86,7% se caracterizó en ICA moderado, el 5% en ICA bueno, el 5% en ICA peligroso y el 3,3% se caracterizó en ICA no saludable para grupos sensibles. Es menester mencionar que determinar la Calidad de Aire conlleva el análisis de otros contaminantes y no solo del Material Particulado. Por lo tanto, el valor de ICA obtenido puede variar si se tienen en cuenta en el cálculo los otros contaminantes.



Gráfico 25. Porcentajes de índices de calidad de aire en Dock Sud con promedios mensuales. Fuente: Elaboración propia.

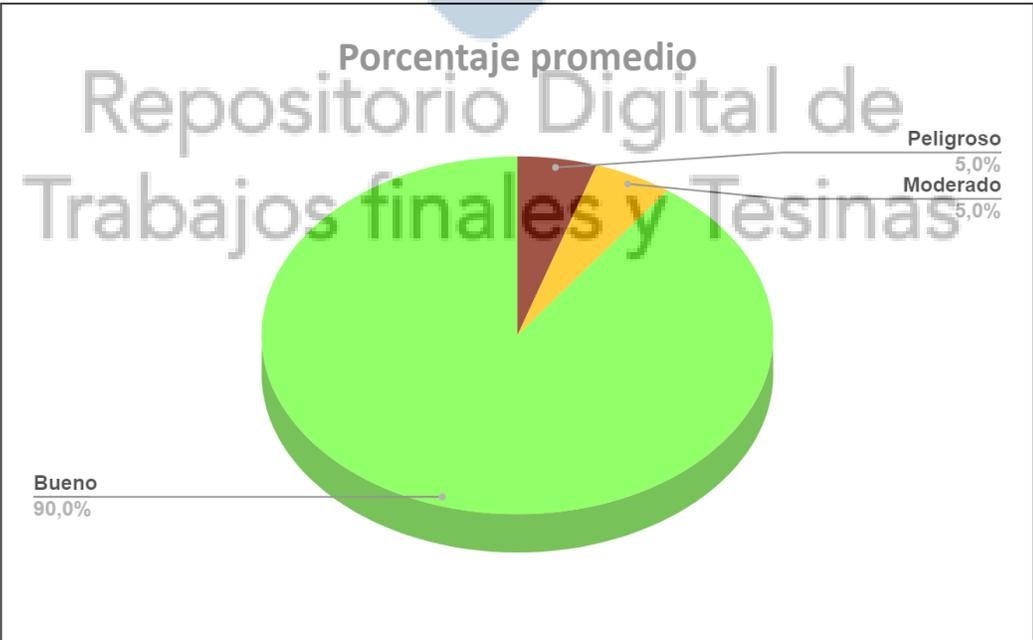


Gráfico 26. Porcentajes de Índice de calidad de aire en Ingeniero White con promedios mensuales.

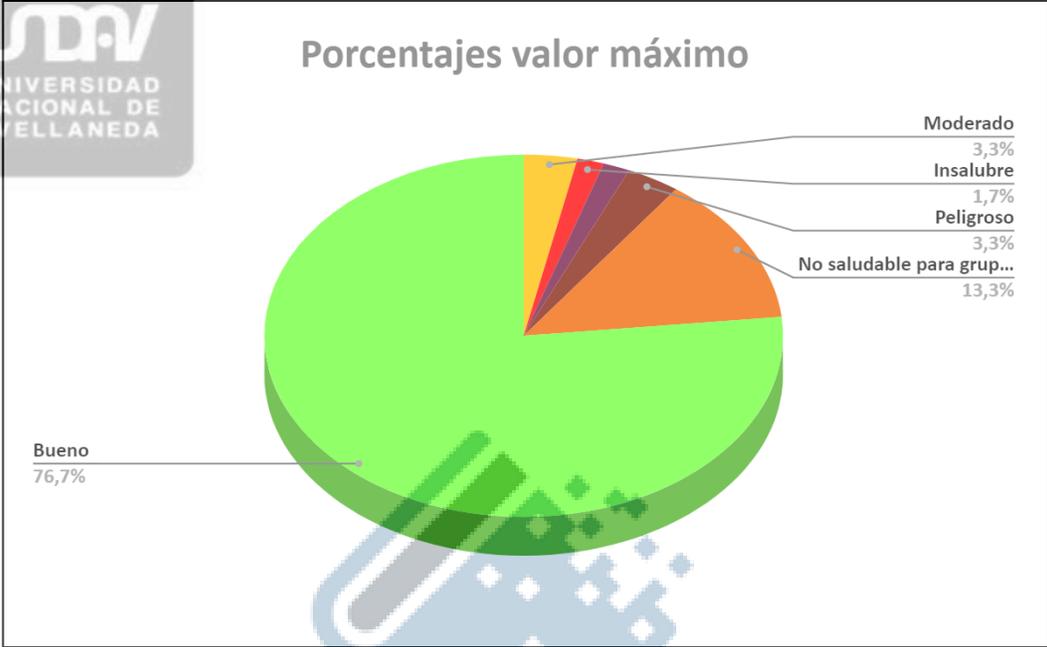


Gráfico 27. Porcentajes de índices de calidad de aire en Dock Sud con valores máximos. Fuente: Elaboración propia.

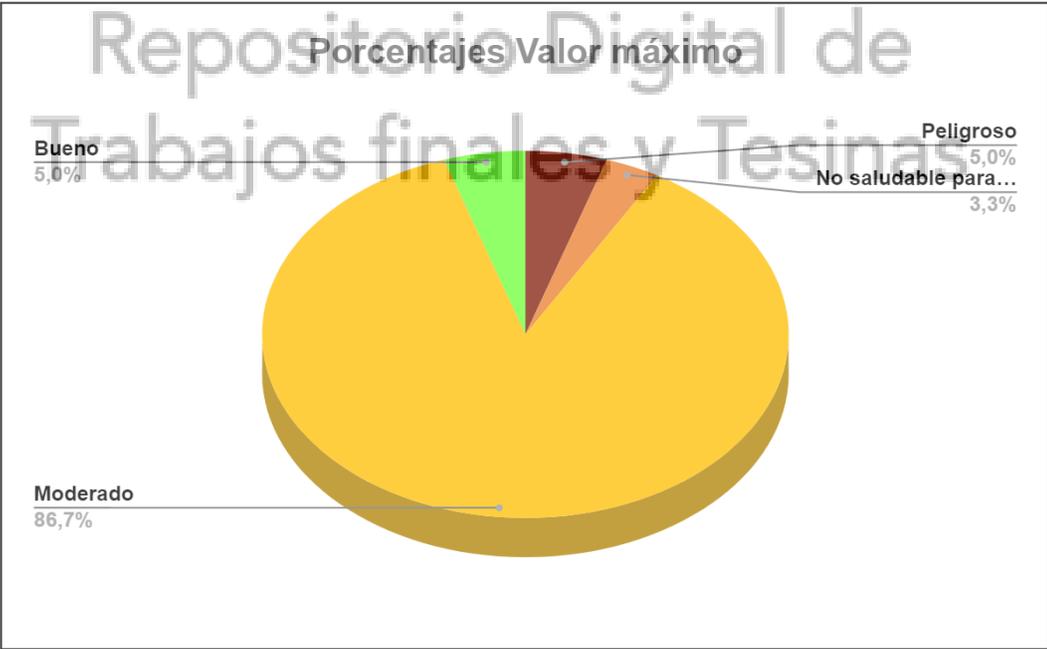


Gráfico 28. Porcentajes de Índices de calidad de aire en Ingeniero White con valores máximos.

9. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Los problemas ambientales surgen por la interacción entre la sociedad y el ambiente que generan consecuencias negativas sobre la salud de la población, sus actividades sociales y la calidad ambiental. La calidad de aire, debido a su complejidad en cuanto a su composición y comportamiento, requiere de altos conocimientos técnicos y de información contrastada para obtener un diagnóstico más acertado de la misma.

Según los datos recolectados de The World Air Quality Project que obtiene un registro de datos de material particulado de la estación de monitoreo de ACUMAR y del municipio de Bahía Blanca, se pudo concluir que las emisiones promedio anual de PM_{10} para la ciudad de Dock Sud se mantuvieron dentro de los límites establecidos por el Decreto 1074/18. En cambio, si comparamos los valores anuales obtenidos con los valores guías de la OMS superan los límites recomendados en el año 2017, en los demás años de estudio se mantiene el valor por debajo del nivel guía.

En cuanto a las emisiones de $PM_{2.5}$, los valores superaron tanto los valores guías anuales del Decreto 1074/18 como también los establecidos por la directriz de calidad de aire de la OMS en los cinco años de estudio. Estos excesivos valores de concentración del contaminante se pueden asociar por la cercanía de una petroquímica, de la autopista Buenos Aires-La Plata, de la central termoeléctrica, entre otras posibles fuentes de emisión.

Mientras que en la ciudad de Ingeniero White el promedio anual de PM_{10} se mantuvo dentro de los valores establecidos de calidad de aire establecidos por el Decreto Provincial, con excepción del año 2017 que hubo tres meses en los cuales se registraron valores muy altos los cuales no cumplieron con la normativa. Si tenemos en cuenta los valores guía de la OMS se observa que en todos los años de estudio se supera este valor. Estos podrían estar relacionados con las actividades que se realizan en el polo petroquímico y las actividades industriales que se llevan a cabo en la zona. En cuanto al contaminante $PM_{2.5}$ no se efectúan mediciones del mismo, por lo cual no se pudo efectuar el estudio para determinar cómo afecta en la calidad de aire.

Si observamos los valores más altos a lo largo de los cinco años de estudios para PM_{10} en la ciudad de Dock Sud solo muy pocos días superaron el valor del Decreto y de la OMS, pero al calcular el valor ICA para el valor más alto se puede observar que la calidad de aire puede llegar a

ser categorizada como peligrosa para la salud. Esto quiere decir que si hubieran más días con altos valores de PM10 todos tendríamos probabilidad de tener afectaciones en la salud.

En cambio el análisis para PM2,5 dio como resultado que en la mayoría de los días los valores superaron los límites de la OMS, y pocos días superaron los límites del Decreto 1074/18, aun así son más los días que superaron los límites que los que se mantienen dentro de los parámetros establecidos por las normativas. Y al calcular el valor del ICA teniendo en cuenta esos valores altos de cada mes se obtiene como categoría de la calidad de aire insalubre o peligrosa. Es decir que ya nos encontraríamos frente a una calidad de aire no apta para la salud y si estos valores siguen en ascenso nos encontraríamos frente a peores condiciones de calidad de aire.

Cabe destacar que ya no se denomina polo petroquímico debido a que las industrias químicas fueron erradicadas, esto podría ser una de las razones por las cuales la categorización de calidad de aire se determina como buena o moderada.

En cuanto a Ingeniero White si observamos los valores más altos a lo largo de los cinco años para PM10, podemos observar que la mayoría de los días superaron los límites de la OMS, solo pocos días superaron los límites del Decreto 1074/18. Y al calcular el valor de ICA teniendo en cuenta esos valores altos, en los cinco años dio una categoría de calidad de aire de moderado, excepto en el año 2017 que solo se registró un día con dato y este dio una categoría de calidad de aire peligrosa. Y por último, analizando los gráficos de torta del Índice de Calidad de Aire que se calculó para el material particulado en los cinco años de estudio, teniendo en cuenta que para determinar el ICA se requiere del análisis de otros contaminantes, se evidenció que en Dock Sud casi el 80% del valor del ICA se consideró buena, mientras que en Ingeniero White casi el 90% del valor del ICA se consideró como moderado.

Otro aspecto a tener en cuenta son los días que no se registraron datos, ya que en estos se podría haber registrado valores altos de concentración y esto empeora la categorización de la calidad del aire. Por ejemplo, el 19 de junio del 2019 hubo un explosión en el polo petroquímico de Ingeniero White y justo ese día no se registraron datos, por lo tanto, en el estudio de ese mes se categorizó a la calidad de aire como buena y esto podría haber sido distinto, modificando la categorización de la calidad de aire tanto en el mes como en distintos periodos de tiempo.

Es importante destacar que, mientras la normativa provincial establece límites altos, los valores guía de la OMS son más estrictos y reflejan con mayor precisión los riesgos para la salud. Esto hace que varíen las conclusiones sobre la calidad de aire dependiendo de la normativa utilizada. Además, la falta de datos en varios días del año causa que la categorización de la calidad de aire se vea distorsionada. Por esta razón, es necesario de más estaciones de monitoreo y mantención



de los equipos para un análisis más profundo y con mayor precisión, y adoptar una normativa más estricta y coherente con los estándares internacionales para una evaluación más precisa.

Recomendaciones

Si bien Buenos Aires cuenta con un sistema de medición continua, el resto del país queda exento de estas. Resulta insuficiente si se compara con otros países que cuentan con más estaciones de monitoreo, lo que ayuda a que el análisis de datos sea más preciso y las medidas de mitigación sean más eficaces. Es necesaria la ampliación de las redes de monitoreo en el país, más allá de los costos que conlleva la instalación, mantenimiento y la adquisición de los equipos. Así como también la actualización y elevación de exigencia de los niveles de calidad de aire del Decreto Provincial para poder preservar la salud de la población y la calidad del ambiente. Y mejorar las medidas de seguridad en las empresas para minimizar los impactos, además de identificar las fuentes de emisión y medir su impacto.

Por otro lado, cuando existan altos niveles de concentración de material particulado se recomienda proteger la salud reduciendo las actividades al aire libre, reprogramando las mismas para disminuir la exposición a las partículas presentes en el aire y pasar menos tiempo cerca de las carreteras transitadas. Si los niveles de concentración son altos en el exterior es posible que en el interior también lo sea, por esa razón se recomienda eliminar el humo del tabaco, reducir el uso de estufas y chimeneas a leña, usar filtros de aire HEPA y limpiadores de aire para reducir partículas y por último, no encender velas. Para disminuir la contaminación por partículas se recomienda conducir menos o compartir el vehículo, utilizar el transporte público, bicicleta o caminar. También se recomienda ajustar los termostatos, no quemar hojas, basura, plástico o caucho, mantener afinado los motores de autos, botes y otros.

10. Agradecimientos

Quiero dar las gracias a dios por darme fuerzas para seguir y llegar a la meta.

A mi directora Lic. Mariana Riesgo por su apoyo desde el primer momento, por sus correcciones, sus explicaciones y sus consejos. Gracias de todo corazón por dedicarme tu tiempo y tu predisposición en todo momento.

A mi familia que es mi pilar fundamental en mi vida, en especial a mis papás y mis hermanos que me acompañaron en toda la carrera y siempre creyeron en mí, gracias por su apoyo, por su amor, por sus abrazos, por alentarme cuando lo necesité y por festejar mis logros.

A Darío mi compañero de vida quien estuvo alentándome, acompañándome, aportando con sus saberes, por su apoyo incondicional y todo su amor desde el primer momento

A mis amigas colegas por dar ese aliento y ese empuje para no bajar los brazos. Gracias por ese cariño único que me brindan.

Gracias a cada uno de ustedes por ser parte de esta maravillosa experiencia.

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

11. Bibliografía

- Acosta, B. (26 de junio de 2019). *Que es un contaminante atmosférico*. Ecología verde. Ecología verde. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-contaminante-atmosferico-2090.html>. [7 de junio de 2021]
- ACUMAR. (s.f). *Prevenir, recomponer y mejorar, es la tarea*. Recuperado de: <https://www.acumar.gob.ar/institucional/>. [13 de junio de 2021]
- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). (2018). *Calidad de aire*. Meteo Glosario. Recuperado de: https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/360_calidad-del-aire. [13 de junio de 2021]
- Agilizan el control ambiental en el polo hidrocarburífero de Dock Sud. (15 de Abril del 2021). *Ámbito*. Recuperado de: <https://www.ambito.com/energia/dock-sud/agilizan-el-control-ambiental-el-polo-hidrocarburifero-n5184713>. [15 de abril de 2022]
- Ain Mora. (marzo de 2020). *Gestión Ambiental*. Programa internacional de cooperación urbana. Recuperado de: https://iuc-la.eu/wp-content/uploads/2020/03/Bahi%CC%81a_Blanca_-_Programa_de_Monitoreo_de_Calidad_del_Aire.pdf. [28 de junio de 2021]
- Air Now. (S.f.) *Conceptos básicos del índice de calidad del aire (AQI)*. Recuperado de: <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/> [9 de enero de 2022]
- Air now. (S.f.) Aqi calculator. Recuperado de: <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-calculator/>. [10 de junio 2022]
- Aldalur Beatriz, N. (2010). *Inundaciones y anegamientos en Ingeniero White. Aplicación de tecnologías de la información geográfica para la planificación y gestión de la hidrología urbana*. (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Aldalur Beatriz, Agrim y Campo Alicia M. (Mayo, 2016). Análisis de la peligrosidad y la exposición en Ingeniero White, Argentina. *Revista Argentina de Ingeniería. Volumen 7*, 50-59. [25 de noviembre de 2021]
- Becher Pablo, A. y Klappenbach Germán. (Junio, 2014). Mascarillas y piquetes en Ingeniero White. *La conflictividad social asociada a la problemática medioambiental de las empresas petroquímicas durante el año 2000*. Revista NuestrAmérica. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/5519/551956253008.pdf>. [25 de noviembre de 2021]
- Capelli de Steffens Alicia, M. y Campo de Ferreras Alicia M. (Diciembre, 2018). *Climatología del estuario de Bahía Blanca*. Recuperado de: https://ggfaweb.files.wordpress.com/2018/12/2004_capelli-y-campo_climatologia-del-estuario-de-bahc3ada-blanca.pdf. [29 de noviembre de 2021]
- Concepto definición. (1 de febrero de 2021). *Ozono*. Recuperado de: <https://conceptodefinition.de/ozono/>. [13 de junio de 2021]
- Consorcio de Gestión del Puerto de Dock Sud. (2020). *Actividades Portuarias*. Recuperado de: <https://www.puertodocksud.com/Institucional#industrias>. [25 de mayo de 2022]
- Comisión federal para la protección contra riesgos sanitarios. (31 de diciembre de 2017). *Clasificación de los contaminantes del aire ambiente*. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/2-clasificacion-de-los-contaminantes-del-aire-ambiente> [26 de mayo de 2021]
- Domínguez, Aristides, B. (2018). *Historia del puerto de nuestra señora del buen Ayre*. Recuperado de: https://www.cai.org.ar/wp-content/uploads/actividades/2018/201802_Historia-puerto-ns-buenaire.pdf. [7 de enero de 2022]
- Educ. Ar y Fundación YPF. (15 de noviembre de 2015). Combustibles fósiles. Recuperado de: <http://energiasdemipais.educ.ar/combustibles-fosiles-3/> [7 de junio de 2021]

- EPA (United States Environmental Protection Agency). *Tabla NAAQS*. Recuperado de: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>. [9 de enero de 2022]
- Fernandez, Rey, Laura. E. (2016). *Educación ambiental y relocalización de los pobladores de la cuenca baja del riachuelo*. (Tesis Maestría en Estudios Ambientales). Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales.
- Ferrera, Maria, I. (2003). *El Polo Petroquímico de Bahía Blanca como eje y estrategia de desarrollo en el corredor Bioceánico Sur*. Universidad Nacional de Salta. Argentina.
- Gil, Linares, Cristina. Jiménez, Díaz, Julio. (1 de septiembre de 2008). ¿Qué son las $PM_{2.5}$ y cómo afectan a nuestra salud?. *Ecologistas en acción*, N° 58. Recuperado de: <https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/> [19 de marzo del 2022]
- Giuliani Daniela S., Orte Marcos, Martins Enrique, Matamoras Natalia, Colman Lerner, J.Esteban., Porta Andres. (2020). Especiación de compuestos asociados a material particulado (MP_1 y $MP_{2,5}$) en La Plata y alrededores: metales, hidrocarburos policíclicos aromáticos, simples y derivados. Universidad Nacional de La Plata.
- Gutierrez, Maria de los Ángeles. Yanniello, F. y Andrinolo, D. (2017). *Conflictos ambientales en el GranLa Plata: el polo petroquímico y la contaminación industrial*. 3° Jornadas Nacionales de ecología política. recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/116336/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y [20 diciembre de 2021]
- Instituto Nacional de Ecología. S.f. *Manual de redes estaciones y equipos de medición de la calidad del aire*. Recuperado de: <https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/guias/3%20-%20Redes,%20Estaciones%20y%20Equipos%20de%20Medici%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20del%20Aire.pdf>. [7 de junio de 2021]
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2021). *Importancia de las partículas $PM_{2.5}$* . Gobierno de México. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/695/importancia.pdf> [26 de mayo de 2021]
- Iommi Matilde. (9 de octubre de 2017). *Ingeniero White, Bahía Blanca, localidad adyacente al área industrial, sufrimiento ambiental de la población y factores relacionados*. (Tesis para la obtención del título de Licenciatura en Gestión Ambiental). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Humanas.
- IQAIR. (Julio de 2021). *Que es el $PM_{2.5}$* . Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.iqair.com/mx/blog/air-quality/pm2-5>. [9 de enero de 2022]
- JMB Ingeniería Ambiental. (2018). *Informe etapa 1: Villa Inflamable, Dock Sud, Avellaneda*. (Nro. 324). ACUMAR. Recuperado de: <https://www.acumar.gob.ar/wp-content/uploads/2016/12/Informe-Etapa-1-sin-nombres.pdf>
- La Ciudad de Avellaneda. (2010). *Ciudades y Localidades del partido. Avellaneda. wilde. Crucecita. Dock Sud. Gerli. Piñeiro. Dominico*. La ciudad el diario de Avellaneda. Recuperado de: <http://laciudadavellaneda.blogspot.com/2010/02/9999999.html>. [7 de enero de 2022]
- Laurent Bureau. (Septiembre, 2020). *Recuperación del muelle de pesca artesanal de Ingeniero White. Puerto Bahía Blanca*. Recuperado de: [http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/PCAbstract/IF-2020-22944164-GDEBA-DGAOPDS%20\(1\).pdf](http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/PCAbstract/IF-2020-22944164-GDEBA-DGAOPDS%20(1).pdf). [25 de noviembre de 2021]
- Lopez Cecilia Montero. (2011). *Pronóstico de la calidad del aire en el área metropolitana de la ciudad de México a través del análisis de las series de tiempo de los componentes del IMECA*. (Tesis para la obtención de título de Maestra en Ingeniería de calidad). Universidad Iberoamericana. México.

- Marval, O'Farrell y Marial. (20 de diciembre de 2018). "Nueva reglamentación sobre la calidad de aire en la provincia de Buenos Aires". Recuperado de: <https://www.marval.com/publicacion/nueva-reglamentacion-sobre-calidad-de-aire-en-la-provincia-de-buenos-aires-13294>
- Ministerio de ambiente de Perú. (2014). *Informe nacional de calidad del aire 2013-2014*. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>. [31 de mayo del 2022]
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. (octubre de 2010). *Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad de aire*. Recuperado de: https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/contaminacion_atmosferica/Protocolo_Calidad_del_Aire_-_Manual_Operaci%C3%B3n.pdf [25 de mayo del 2021]
- Mujica, Gabriel,A. (2015). *Desarrollos portuarios, ambientalmente sostenibles, en el estuario de Bahía Blanca*. (Tesis para la obtención de Maestría en Ingeniería Ambiental). Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.
- Municipio de Bahía Blanca. (s.f). *Estación de monitoreo de calidad de aire*. Recuperado de: <https://www.bahia.gob.ar/cte/calidadaire/estacionmonitoreo/>. [21 de febrero de 2022]
- National Geographic. (9 de septiembre de 2010). *Lluvia ácida*. Recuperado de: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/lluvia-acida>. [13 de junio de 2021]
- Observatorio Ambiental de Cartagena de Indias. (diciembre de 2015). *Índice de calidad del aire*. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/calidad-ambiental/sistema-urbano/indice-de-la-calidad-del-aire/#:~:text=El%20C3%8Dndice%20de%20Calidad%20del,efecto%20en%20la%20salud%20humana>. [25 de mayo del 2021]
- Organización Mundial de la Salud. (2 de mayo de 2018). *Calidad del aire y salud*. Recuperado de: [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) [18 de mayo del 2021]
- Organización mundial de la salud. (2004). *Guías para la calidad del aire*. Recuperado de: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/guiasaire.pdf>
- Organización mundial de la salud. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Recuperado de: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=AF404466B5682F53DB7E29D916A34D91?sequence=1 [26 de mayo del 2021]
- Organización mundial de la salud. (2021). *Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire*. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346062/9789240035461-spa.pdf> [10 de marzo del 2022]
- Organización Panamericana de la Salud. (s.f). *Calidad de aire*. Organización mundial de la salud. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire> [26 de mayo del 2021]
- Porta Andrés, Sanchez Yanina E.y Lerner Colman E. (2018). *Monitoreo y modelado de contaminantes atmosféricos. Efectos en la salud pública*. Editorial de la Universidad de La Plata. Recuperado de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/136723/CONICET_Digital_Nro.14856eb7-05bd-4812-a99e-50ed2b7552e4_V.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Priano Maria, E. (Agosto 2007). *Análisis Ambiental Urbano del Partido de Avellaneda*. Universidad de Flores. Recuperado de: <https://www.uflo.edu.ar/files/varios/volumen4/trabajo%208/Partido%20de%20Avellaneda.pdf>
- Puccetti Lujan Carolina y Serio A. Leonardo. (julio del 2020). *Revisión de los monitoreos de calidad del aire en la ciudad de Buenos Aires*. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/343514146_REVISION_DE_LOS_MONITOREOS_DE_CALIDAD_DEL_AIRE_EN_LA_CIUDAD_DE_BUENOS_AIRES_REVIEW_OF_AIR_QUALITY_MONITORING_IN_THE_CITY_OF_BUENOS_AIRES [21 de mayo de 2021]

- Puerto Bahía Blanca. (2022). *Puerto en Imágenes*. Recuperado de: <https://puertobahiablanca.com/galeria-fotos.html>. [17 de marzo de 2022]
- Ramborger María A. y Lorda María A. (2009). La situación ambiental del área costera de la Bahía Blanca: un análisis a través de sus paisajes. *Huellas N°13*, 172-191. <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/huellas/n13a07lorda.pdf>
- Represa Soledad, Abril Gabriela A., Ojeda Silvia y García Ferreyra María F. (2017). Contaminación atmosférica en Dock Sud, pcia. De Buenos Aires, Argentina: análisis de su comportamiento temporal en el periodo 2011-2017. Recuperado de: https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/6773/11746_6773.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [29 de junio de 2021]
- R.S.S Responsabilidad social empresarial y sustentabilidad. (18 de agosto de 2019). *Medio Ambiente: que es, definición, características, cuidado y carteles*. Recuperado de: <https://www.responsabilidadsocial.net/medio-ambiente-que-es-definicion-caracteristicas-cuidado-y-carteles/>. [7 de junio de 2021]
- Semarnat. (2015). *Informe de la situación del medio ambiente en México*. Edición 2015. Semarnat. Gobierno de México. Recuperado de: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf. [4 de mayo de 2022]
- Szekely Francisco. (1981). La industria petroquímica en América Latina y El Caribe. Olade. Recuperado de: <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0260.pdf>. [15 de Abril de 2022]
- Tenecela Mogrovejo Mauricio Fausto. (2015). *Evaluación de las tendencias de calidad del aire en la zona metropolitana del valle de Toluca durante los años 2000-2013*. (Tesis previa a la obtención del título de ingeniero industrial). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- The World Air Quality Project. (s.f). [Contaminación del aire de mundo: Mapa de la calidad del aire en tiempo real.] Recuperado el 11 de mayo de 2021 de <https://aqicn.org/map/world/es/>
- Texido Juan. (2013). *Industria petroquímica básica*. Recuperado de: https://www.uba.ar/archivos_secyt/image/Monograf%C3%ADa%20IPB%2002.pdf
- Ursino Sandra, V. (Agosto de 2011). *Paisaje industrial y representaciones sociales de la población de Dock Sud*. Recuperado de: <https://cdsa.academica.org/000-034/104.pdf>. [7 de enero de 2022]
- Querol Xavier. (junio de 2018). *La calidad del aire en las ciudades*. Recuperado de: <http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/06/calidad-del-aire-reto-mundial.pdf> [25 de mayo del 2021]
- Vidal Aguilo Irene. (2012). *Integración de la calidad del aire en la planificación física*. Recuperado de: http://oa.upm.es/21835/1/IRENE_AGUILO VIDAL.pdf [21 de mayo de 2021]
- World Health Organization. (s.f). *Contaminación del aire ambiental: contaminantes*. Recuperado de: <https://www.who.int/airpollution/ambient/pollutants/en/> [25 de mayo de 2021]
- Zita Ana. (27 de julio de 2020). *Ciclos biogeoquímicos*. Toda materia. Recuperado de: <https://www.todamateria.com/ciclos-biogeoquimicos/>. [13 de junio de 2021]

12. Anexo
Noticias periodísticas.

Infocielo DOMINGO 20 DE MARZO DE 2022

LA PLATA POLÍTICA Y ECONOMÍA JUDICIALES Y POLICIALES SOCIEDAD MUNICIPIOS TENDENCIAS DEPORTES UNIVERSIDADES ROI

SOCIEDAD MUNICIPIOS
PROVOCÓ TEMOR EN LA POBLACIÓN

El día que tembló Bahía Blanca: por qué archivaron la causa por la explosión en el Polo Petroquímico

El fiscal de la causa entendió que no hubo delito alguna por parte de la empresa DOW. Los temores que azotan a la sociedad bahiense por las explosiones en el lugar.

Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

Fuente: portal Cuatro Vientos

COMPARTIR ESTA NOTICIA

09 de mayo de 2020 - 18:30 hs.

El viernes 28 de junio de 2019 a las 00:20 una explosión sacudió a Bahía Blanca. Se escuchó en todos los rincones de la ciudad del sur bonaerense, en la que residen 350 mil habitantes. Había explotado un sector de la planta de la empresa DOW, ubicada en el Polo Petroquímico de Ingeniero White, el más grande de la provincia de Buenos Aires, a unos 10 kilómetros del centro bahiense. Tras casi un año de investigación, el fiscal Cristian Aguilar archivó esta semana la causa por inexistencia de delito de parte de la empresa líder en productos químicos.

INDUCCIÓN DE RAÍDAS
La Provincia publicó la licitación de obras en una autovía clave pan

AVANCE
Comienzan a ejecutar en la Provincia la obra gasífera más importante

MUJER DE LUJO
Klitschko mató a Nikolai Kravchenko el líder del batallón Azov de Ucrania

RECORD EN LA COSTA FLAMENCA
Un uruguayo sobrevivió Valeria del Mar: ¡Mirá las imágenes!

En Bahía Blanca siempre circuló la idea de que una explosión en el Polo podría arrasar con la ciudad. De ahí se desprende el pánico colectivo que provocó el siniestro en días en los que la serie Chernobyl era furor internacional y en los que se produjo un apagón eléctrico en todo el país a mediados de junio del año pasado.

TE PUEDE INTERESAR



ORCIOS

La vida por los caballos: el sacrificio del peón vareador

Sin embargo, horas más tarde de la explosión las autoridades descartaron el escape de amoníaco o de sustancias químicas que podrían haber puesto en peligro la salud de la población. Esto fue respaldado esta semana por el fiscal de la causa, que afirmó en su resolución que la explosión se debió a que en un recipiente se generó una presión de vapor 10 veces superior a la que puede soportar. Fuentes con acceso a la causa indicaron a INFOCIELO que "se trató de un accidente producido por agua y vapor", por lo que "no implicó peligro alguno".

Este exceso de presión se produjo durante la puesta en marcha de los equipos de la planta. "El recipiente sobrepasó la presión de trabajo de 4 Bar y a los 7 minutos de comenzada la operación de puesta en marcha ya se encontraba a 36 Bar de presión aproximadamente. La presión sigue elevándose hasta llegar a los 95 Bar donde se produce la explosión del recipiente a las 0:20", reza la resolución.

Cabe destacar que el **Polo Petroquímico** alberga industrias petroleras, petroquímicas y químicas. Allí se trabaja con diferentes tipos de combustibles y químicos como amoníaco, a razón de millones de toneladas anuales.

Quienes siguen de cerca la causa, señalaron a INFOCIELO que ya en agosto de 2019 desde el Comité Técnico Ejecutivo encargado de peritar el lugar se afirmó que la explosión se produjo tras una "falla humana" durante el procedimiento de puesta en marcha de los equipos.

A esto se le sumó la ausencia de una válvula de alivio de presión que, según el fiscal, "hubiese protegido la instalación y evitado que se produzcan fallas". Desde la empresa eludieron a la consulta de este portal sobre la falta de dicha válvula y se limitaron a decir que la investigación de la fiscalía "corroboró el total cumplimiento de estándares nacionales e internacionales de seguridad".

escucha en gran cantidad de personas, incluso en algunas escuelas para los chicos y para las personas”.

En la fiscalía entienden que para detectar un posible delito penal de parte de la empresa debería haber existido un eventual peligro para la población o que el hecho hubiera producido lesiones o el fallecimiento de algún trabajador. “A esta altura se han realizado todas las medidas útiles y pertinentes para la investigación con el fin de determinar si existió o no un delito”, reza la resolución y concluye que “no se liberaron gases tóxicos que pudieran causar peligro para la salud”.

Aguilar se basó en los peritajes que realizaron expertos de la **Universidad Nacional del Sur** y de la **Asesoría Pericial de Bahía Blanca**, que inspeccionaron el lugar de los hechos, tomaron fotografías y filmaciones. Además, se realizaron informes médicos para evaluar posibles consecuencias en los trabajadores. “La respuesta fue negativa, ninguna de esas hipótesis se verificó”, concluyó.

Antecedentes

El **Polo Petroquímico de Ingeniero White** fue creado a comienzos de la década de 1970. El domingo 10 de agosto del 2.000 se produjo el primer incidente que sembró pánico en la ciudad. Una nube amarilla se esparció en la zona luego de un escape de cloro de la planta de **Solvay Indupa**, una compañía petroquímica que también está emplazada en el sitio.

En aquellos entonces, el cloro no llegó a las zonas habitadas porque el viento soplaba en dirección contraria. “Esta vez tuvimos suerte pero no podemos depender de la dirección del viento”, expresaron por aquel entonces desde el gobierno municipal que comandaba el radical **Jaime Linares**. La inhalación de cloro puede provocar sofocación y ardor en la garganta y, en casos extremos, la destrucción del tejido pulmonar.

Casi 15 años más tarde se produjo otro siniestro en el que la empresa **Dow** entró por primera vez en escena. El 3 de noviembre de 2015 se produjo una explosión en un reactor que terminó con tres trabajadores heridos. El ex concejal de la agrupación Encuentro Amplio, **Raúl Ayude**, se puso al hombro en aquel momento las críticas y el pedido de explicaciones a la empresa.

En diálogo con **INFOCIELO**, **Ayude** sostuvo que tanto en 2015 como en la explosión de 2019 la empresa “tardó en dar información” sobre lo acontecido y que eso implica “una falta de consideración hacia la comunidad”. “Muchos vecinos de la zona salieron a la calle después de la explosión. Si hubiera habido escape de un químico peligroso hoy estaríamos lamentando las consecuencias por la falta de información oficial en el momento del hecho”, señaló.

Además, consideró que “existe una desconfianza general sobre cómo las empresas controlan” y concluyó que “los vecinos de Ingeniero White y Bahía Blanca viven con una espada de Damocles encima, por el temor a lo que pueda ocurrir en futuras explosiones”.

TAGS

[explosión](#) [Bahía Blanca](#)

Ambiente

Últimas noticias: 02/10/2021

Contaminación del aire: la OMS baja drásticamente la tolerancia de la población



Gastón Fernández



La Organización Mundial de la Salud (OMS), hace unos días, reactualizó una guía sobre la calidad del aire, cuya última modificación fue en el año 2005. Ahora, el organismo sanitario internacional ha endurecido los límites tolerables de polución en cuanto a partículas en suspensión, ozono, monóxido de carbono, etc.

La gravedad del asunto es que los parámetros que habían establecido hace unos 15 años, que se suponían bastante bajos, fueron mucho más altos de lo que se pensaba. La problemática de la contaminación atmosférica genera más de 7 millones de muertes anuales en el mundo, siendo los países menos desarrollados los más afectados pero a causa de que las potencias capitalistas son las que más emisiones de gases producen.

Según informa la agencia DW (Deutsche Welle 2019), en el caso de las partículas en suspensión con un diámetro inferior a 2,5 micras, consideradas el contaminante más peligroso para el ser humano, hasta ahora recomendaba menos de 25 microgramos por metro cúbico de aire en un día, mientras que ahora la OMS baja el nivel óptimo a 15 microgramos. En cuanto a las partículas de un tamaño algo mayor, de hasta 10 micras de diámetro, la OMS baja su nivel diario recomendable desde 50 microgramos a 45 por metro cúbico de aire. Los dos tipos de micropartículas, PM 2.5 y PM 10, suelen provenir de la quema de combustibles fósiles y son consideradas peligrosas para la salud al poder penetrar en los pulmones, aunque las primeras son aún más nocivas, ya que dado su pequeño tamaño pueden llegar a la corriente sanguínea.



Estímulos Feletri y las "verificaciones" de las alimenticias y supermercados



Intenciones y "tractaciones": suba de alimentos con un gobierno rostrado ante el campo



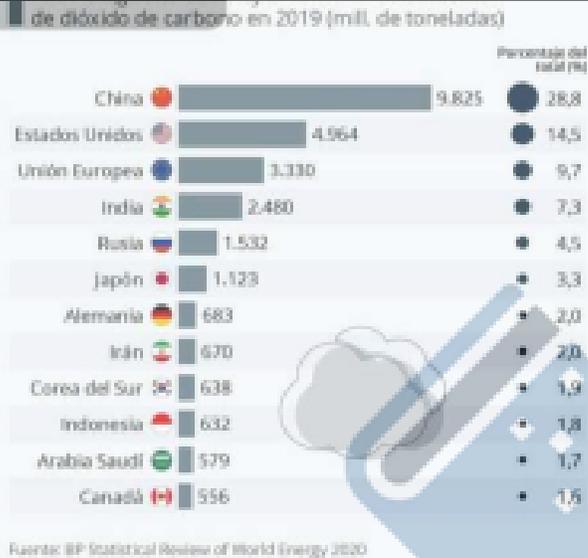
Cristina persigue a manifestantes contra el FMI en las vísperas del 24 de Marzo



Servicio extremo y el Desplazamiento de Hidráulica de San Juan sin director



Petrobras offshore: una CGT contendiente para defender proyectos nacionales y de ayuda a los trabajadores



Para la Organización Mundial de la Salud, la clave radica en que si se cumplen las nuevas guías se podrían evitar hasta un 90% de las muertes relacionadas con las partículas PM 2.5. Por ejemplo, la ciudad de Pekín, una de las más contaminadas del mundo, amanece frecuentemente con niveles superiores a 500 microgramos por metro cúbico. De todos modos, la cuestión parece muy difícil de revertir a pesar de la demagogia del cambio climático por parte del presidente estadounidense Joe Biden o la Unión Europea y ni hablar de los colosales como China, Rusia, India que hacen negacionismo del mismo. También, con la reducción de bosques, grandes aliados en la absorción de carbono, en todos los rincones de la tierra. Los desastres contribuyen a agravar el empeoramiento de la calidad del aire.

Estas disposiciones de la OMS debemos tomarlas como una advertencia a que cualquier desmadre ambiental y sanitario podría derivar en crisis migratorias y sociales y, por ende, rebeliones populares. Riesgo que no se pueden dar el lujo de comer los gobiernos capitalistas del planeta.

"RESPIRA LA VIDA"

85 chicos mueren cada año por la contaminación del aire

Ya no llama la atención que haya contaminación en las grandes ciudades. Muchos son testigos de los gases que largan los autos, colectivos y las fábricas. A pesar de que uno se acostumbra a vivir con todo eso, tiene efectos nocivos para la salud de las personas, por eso es importante concientizarse y empezar a reducir sus efectos. La OMS se puso a liderar este cambio con su nueva campaña "Respira la Vida".

25 DE OCTUBRE DE 2016 - 00:00



La contaminación del aire se basa en una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire. Lo que muchas veces marca la presencia de estos gases son el mal olor que producen o la visibilidad que reducen.

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

<https://www.undav.edu.ar/85-chicos-mueren-cada-ano-por-la-contaminacion-del-aire>



85 chicos mueren cada año por la contaminación del aire

Urgente24 85 chicos mueren cada año por la contaminación del aire

Urgente24

ingresar la ciudad en la que vive y da información sobre el nivel de contaminación de aire que tiene esa ciudad y si se encuentra por encima del nivel seguro. En el caso de Buenos Aires supera un 40% el nivel seguro que determina la OMS.

Según datos de la OMS de 2012 y que proporciona esta página, en Argentina se producen 9.756 de muertes al año causadas por alguna enfermedad relacionada con la contaminación del aire. Además, la enfermedad más común que se desarrolla como consecuencia de esta contaminación es la cardiopatía isquémica –conjunto de trastornos en los que se produce un desequilibrio entre el suministro de oxígeno y sustratos con la demanda cardíaca–.

Otros datos que da la OMS: "El aire en Argentina tiene una media anual de 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas $\text{PM}_{2.5}$. Es 30% más del nivel considerado seguro por la OMS" y además "El aire de en Buenos Aires tiene una media anual de 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas $\text{PM}_{2.5}$. Es 40% más del nivel considerado seguro por la OMS". Y por último, un dato todavía más preocupante, la OMS dice que en Argentina, 85 chicos mueren al año por enfermedades vinculadas a la contaminación del aire.

Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

85 chicos mueren cada año por la contaminación del aire

Urgente24 85 chicos mueren cada año por la contaminación del aire

La contaminación por la contaminación para las enfermedades cardiovasculares, se pensaba que era únicamente el respiratorio. Los últimos 15 años nos enseñaron que los vasos sanguíneos se inflaman y se obstruyen y causan enfermedades del corazón, del cerebro y de otras partes del cuerpo causadas por la contaminación".

La contaminación atmosférica genera en el mundo el 36% de las muertes por cáncer de pulmón, el 35% de las muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el 34% de las muertes por ictus -conjunto de enfermedades que afectan a los vasos sanguíneos que proveen de sangre al cerebro- y el 27% de muertes por enfermedades cardíacas.

Pero los países que se hacen cargo y buscan soluciones al respecto muestran mejoras. La mitad de las ciudades de países de altos ingresos que llevan un control de la contaminación atmosférica disminuyeron en un 5% los niveles de contaminación entre 2008 y 2013. Y lo mismo pasó para un 1/3 de los países de rentabilidad baja y media que llevaron controles.

"Alrededor de 6,5 millones de personas mueren al año por efectos de la contaminación del aire", le dijo Carlos Dora a la agencia AFP.

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

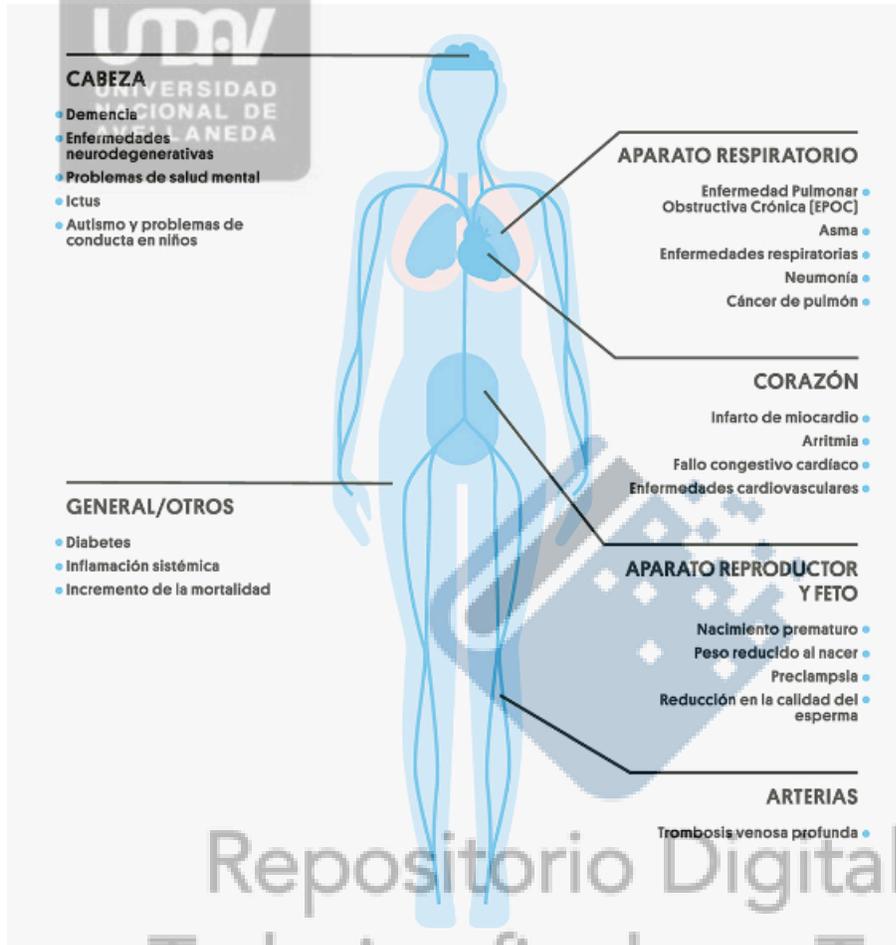
Nuevas directrices mundiales de calidad del aire de la OMS

Contaminante	Periodo	Niveles 2005	Nuevos niveles 2021
PM_{2,5} Partículas en suspensión < 2,5 micras	Anual	10	5
	24 horas	25	15
PM₁₀ Partículas en suspensión < 10 micras	Anual	20	15
	24 horas	50	45
O₃ Ozono	Temporada pico	-	60
	8 horas	100	100
NO₂ Dióxido de nitrógeno	Anual	40	10
	24 horas	-	25
SO₂ Dióxido de azufre	24 horas	20	40
CO Monóxido de carbono	24 horas	-	4

Notas:
- Niveles expresados en micras (µg)/m³.
- 24 horas: Percentil 99 (los niveles se pueden superar 3 o 4 días al año).
- Temporada pico: Promedio de la media máxima diaria de los niveles de O₃ durante 8 horas en los 6 meses consecutivos con el mayor promedio móvil de 6 meses de concentración de O₃.

Global

Directrices mundiales de calidad de aire del año 2005 y año 2021 establecido por la Organización Mundial de la Salud.



Efectos sobre la salud de la contaminación atmosférica

Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas