UNIVERSIDAD NACIONAL DE

MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“APLICACIÓN DEL PAQUETE OPENAIR EN RSTUDIO PARA EL ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE Y GENERACION DE GRAFICOS ESPECIALIZADOS”

INFORME DE EXAMEN PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

BACHILLER JONAS AUGUSTO RAMOS CONDORI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

MOQUEGUA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“APLICACIÓN DEL PAQUETE OPENAIR EN RSTUDIO PARA EL ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE Y GENERACION DE GRAFICOS ESPECIALIZADOS”

Informe aprobado el dia 11 de octubre del 2022, asesor presente:

ASESOR ……

M.Sc Mario Román Flores Roque

BACHILLER ……

Jonas Augusto Ramos Condori

MOQUEGUA – PERÚ

2022

UNAM

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Folio Nº 011

ACTA DE TITULACIÓN

I. Modalidad:

Examen Profesional

II. Documento de aprobación:

RESOLUCION DE COMISION ORGANIZADORA N° 774-2022-UNAM

Fecha: 23 DE SEPTIEMBRE DE 2022

III. Título de Informe de Examen Profesional:

"APLICACION DEL PAQUETE OPENAIR EN RSTUDIO PARA EL ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE Y GENERACIÓN DE GRAFICOS ESPECIALIZADOS"

Bachiller: JONAS AUGUSTO RAMOS CONDORI

Asesor Principal: M. SC MARIO ROMAN FLORES ROQUE

Co-Asesor: –

IV. Se dictamina con las siguientes notas:

Examen Escrito: 11.2 Entrevista: 2.54 Promedio: 14

Promedio en letras: CATORCE por lo que: Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 14:07 horas, del 28 de OCTUBRE del año 2022. Se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado.

MSC MARIO ROMAN FLORES ROQUE
ASESOR
DNI N° 04646530

JONAS AUGUSTO RAMOS CONDORI
BACHILLER
DNI N° 43133609

M.Sc. Rodolfo Sánchez Valencia
DIRECTOR
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Dr. Milko Rivera Campano
Presidente del Comité de Grados y Títulos
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DEDICATORIA

El presente informe de examen profesional lo dedico a mis padres Claudio Ramos Montoya y Francisca Condori Maquera, quienes me inculcaron desde niño los buenos valores, la perseverancia para con mis objetivos trazados, les agradezco infinitamente por todas sus enseñanzas y atenciones.

A mis hermanos que aun estando lejos u ocupados me brindaron su apoyo de manera incondicional.

Este pequeño peldaño que escalo te lo dedico de todo corazón a ti padre querido que sé que me cuidas y proteges desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a todas las personas que hicieron posible y me apoyaron en el presente informe de examen profesional.

Agradecer también a la honorable UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL por ser la que me acogió e inculco conocimientos en pro de mi formación.

A mi asesor M. Sc Mario Román Flores Roque por darse el tiempo de revisar y corregir ciertos aspectos del presente informe de examen profesional, para poder así encaminarme en este proceso de titulación.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal la aplicación del paquete estadístico Openair para el procesamiento de la información meteorológica de la Estación de Calidad de Aire UNAM, durante los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo del año 2020, con el propósito de analizar la información obtenida de las variables en estudio. En cuanto a la tipología de datos, se trabajaron con 12 variables (incluyendo al formato Fecha), 2904 observaciones y tipo de datos numerico. Los datos se subdividieron en parámetros meteorológicos (temperatura, velocidad y dirección de viento, presión atmosférica, humedad y radiación) y contaminantes criterio (PM 10, PM 2.5, SO2, NO2 y O3).

Los resultados obtenidos, dentro de los contaminantes criterio, para el analisis estadístico primario en cuanto a valor mayor de: promedio, media, valor max y valor min, son PM10 con un valor de 51.76963, PM 10 con un valor de 42.09, SO2 con un valor de 610.64 y SO2 con un valor de 6.03 respectivamente. Para los parámetros meteorológicos se analizó la desviacion estándar y la varianza, dando como resultado: radiación con un valor de 300.5965 y 90358.23 respectivamente. Los resultados obtenidos en las gráficas de histogramas realizados a los contaminantes criterio, se refleja mayormente una inclinación hacia la derecha, lo cual indica un sesgo de información, a excepción del O3.

También se realizaron graficas de concentración de contaminantes mediante las funciones: timeplot, timevariation, plot y summaryplot, con un promedio diario, para un mayor entendimiento y posteriormente graficas de 2 variables para la realización de comparativos en cuanto a su línea de tendencia. Para los parámetros meteorológicos se realizó una rosa de vientos dando como resultado la predominancia de viento con una dirección Suroeste (SO) y una velocidad de viento promedio de 4,0443.

Palabras clave: openair, estación meteorológica, variables, contaminantes.

ABSTRACT

The main objective of this work is the application of the statistical package Openair for the processing of meteorological information from the Air Quality Station UNAM, during the months of February, March, April and May 2020, with the purpose of analyzing the information obtained from the variables under study. Regarding the data typology, 12 variables were used (including the Date format), 2904 observations and numerical data type. The data were subdivided into meteorological parameters (temperature, wind speed and direction, atmospheric pressure, humidity and radiation) and criteria pollutants (PM 10, PM 2.5, SO2, NO2 and O3).

The results obtained, within the criteria pollutants, for the primary statistical analysis in terms of the highest value of: average, mean, max value and min value, are PM10 with a value of 51.76963, PM 10 with a value of 42.09, SO2 with a value of 610.64 and SO2 with a value of 6.03 respectively. For the meteorological parameters, the standard deviation and variance were analyzed, giving as a result: radiation with a value of 300.5965 and 90358.23 respectively. The results obtained in the histogram plots for the criteria pollutants show an inclination towards the right, which indicates an information bias, with the exception of O3.

Pollutant concentration graphs were also made using the following functions: timeplot, timevariation, plot and summaryplot, with a daily average, for a better understanding and later 2-variable graphs to make comparisons in terms of their trend line. For the meteorological parameters, a wind rose was made, resulting in a predominance of wind with a southwest (SW) direction and an average wind speed of 4.0443.

Key words: openair, meteorological station, variables, pollutants.

INDICE GENERAL

RESUMEN 5
ABSTRACT 6
INTRODUCCIÓN 12
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES 13
1.1 Tema del Examen Profesional 13
CAPITULO II: DESARROLLO DEL TEMA DEL EXAMEN PROFESIONAL 14
2.1 Calidad de aire: 14
2.1.1 Parámetros de Calidad de Aire 14
2.2 Instalación del paquete estadístico openair 15
2.3 Procesamiento y analisis estadístico de la información 16
2.3.1 Importación de la base de datos 16
2.3.2 Analisis estadístico de la información 17
2.4 Analisis de graficas de calidad de aire 26
2.4.1 Generación de Histogramas y Densidad 27
2.4.2 Generación de graficas de concentración y líneas de tendencia 34
2.4.3 Graficos de boxplot 46
2.4.4 Grafica de series de tiempo 47
2.4.5 Grafica de series temporales 49
2.4.6 Gráfica de rosa de vientos 56
CAPITULO III: ANTECEDENTES Y OBJETIVOS 59
3.1 Objetivos 59
3.1.1 Objetivo General 59
3.1.2 Objetivo Especifico 59
3.2 Antecedentes 59
3.2.1 Antecedentes Internacionales 59

3.2.2 Antecedentes Nacionales 61
CAPITULO IV: DISCUSIÓN O APORTES 64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 66
BIBLIOGRAFIA 68
ANEXOS 71

INIDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parametros de Calidad de aire 14

Tabla 2 Parametros de Contaminacion 15

Tabla 3 Tipologia de Datos 17

Tabla 4 Cuadro Resumen Promedio de Contaminantes 18

Tabla 5 Cuadro Resumen Media de Contaminantes 19

Tabla 6 Cuadro Resumen Maximos de Contaminantes 21

Tabla 7 Cuadro Resumen Mínimo de Contaminantes 22

Tabla 8 Desviacion Standar de Parámetros Meteorológicos 23

Tabla 9 Varianza de Parametros Meteorologicos 25

INDICE DE FIGURAS

Figura 1Analisis Promedio de Contaminantes 18
Figura 2 Analisis de Media de Contaminantes 20
Figura 3 Analisis Max. de Contaminantes 21
Figura 4 Analisis Min. de Contaminantes 22
Figura 5 Analisis de desviacion standar de Parámetros Meteorológicos 24
Figura 6 Analisis de Varianza de Parámetros Meteorológicos 25
Figura 7 Cuadro Resumen de Variables de Estudio 26
Figura 8 Histograma de datos de PM 10 27
Figura 9 Densidad de Histograma de datos de PM 10 28
Figura 10 Histograma de datos de PM 2.5 28
Figura 11 Densidad de Histograma de datos de PM 2.5 29
Figura 12 Histograma de datos de SO2 30
Figura 13 Densidad de Histograma de datos de SO2 31
Figura 14 Histograma de datos de NO2 31
Figura 15 Densidad de Histograma de datos de NO2 32
Figura 16 Histograma de datos de O3 33
Figura 17 Densidad de Histograma de datos de O3 34
Figura 18 Concentración cada 24 horas de PM 10 35
Figura 19 Concentración de PM 10 con línea de tendencia 36
Figura 20 Concentración cada 24 horas de PM 2.5 36
Figura 21 Concentración de PM 2.5 con línea de tendencia 37
Figura 22 Concentración cada 24 horas de SO2 38
Figura 23 Concentración de SO2 con línea de tendencia 38
Figura 24 Concentración cada 24 horas de NO2 39
Figura 25 Concentración de NO2 con línea de tendencia 40
Figura 26 Concentración cada 24 horas de O3 40
Figura 27 Concentración de O3 con línea de tendencia 41
Figura 28 Concentración de PM 10 y PM 2.5 42
Figura 29 Concentración de SO2 y NO2 43
Figura 30 Concentración de PM 2.5 y 03 44
Figura 31 Concentración de PM 10 y SO2 45
Figura 32 Distribución de datos de contaminantes mediante boxplot 46

Figura 33 Grafica de parámetros meteorológicos mediante summaryplot 48
Figura 34 Grafica de contaminantes criterio mediante summaryplot 49
Figura 35 Grafica de series temporales de PM 10 y PM 2.5 50
Figura 36 Grafica de series temporales de SO2 y PM 10 50
Figura 37 Grafica de series temporales de PM 10 y O3 51
Figura 38 Grafica de series temporales de NO2 y O3 52
Figura 39 Grafica de series temporales de PM 2.5 y O3 52
Figura 40 Grafica de PM 10 utilizando timeVariation 53
Figura 41 Grafica de PM 2.5 utilizando timeVariation 54
Figura 42 Grafica de SO2 utilizando timeVariation 54
Figura 43 Grafica de NO2 utilizando timeVariation 55
Figura 44 Grafica de O3 utilizando timeVariation 56
Figura 45 Grafica de Rosa de Vientos 57
Figura 46 Grafica de Rosa de Vientos por estaciones 58

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es una de las mayores amenazas medioambientales para la salud humana, junto con el cambio climático. La mejora de la calidad del aire puede potenciar los esfuerzos de mitigación del cambio climático, mientras que la reducción de las emisiones mejorará a su vez la calidad del aire (OMS)

Hay muchos factores que afectan la calidad del aire que respiramos como, por ejemplo, la presencia de sustancias contaminantes como gases o partículas generadas de manera natural o por actividades desarrolladas por el hombre. El crecimiento económico que tiene el país en los últimos años demanda un mayor uso de energía, recursos y servicios por parte de la población e industrias, significando la liberación de contaminantes del aire y gases que alteran la calidad del aire afectando la salud de la población expuesta.

Es por ello que, en el Perú, la calidad del aire se basa en el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA Aire), que establecen niveles objetivo para la presencia de contaminantes en el aire, de modo que al mantenerse bajo estos niveles no representen riesgo a la salud de la población ni al ambiente.

En ese sentido las herramientas de programación y software estadísticos surgen como alternativas confiables para la interpretación de resultados que se obtienen al manipular información referida a la calidad de aire, así como comparativos con los Estándares de Calidad Ambiental Nacional.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Tema del Examen Profesional

"APLICACIÓN DEL PAQUETE OPENAIR EN RSTUDIO PARA EL ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE Y GENERACION DE GRAFICOS ESPECIALIZADOS"

CAPITULO II: DESARROLLO DEL TEMA DEL EXAMEN PROFESIONAL

El objetivo general del presente trabajo fue de Implementar el paquete estadistico Openair para procesar y analizar la informacion de la base de datos de Calidad de Aire de la estacion UNAM. Para ello se detalla a continuacion una serie de pasos basicos que son necesarios para cumplir con dicho objetivo, cada paso contiene una secuencia ordenada de desarrollo, los cuales se detallan a continuacion.

- ✓ Calidad de aire
- ✓ Instalación del paquete estadístico openair
- ✓ Procesamiento y analisis estadístico de la información
- ✓ Analisis de graficas de calidad de aire

2.1 Calidad de aire:

En este segmento nos enfocaremos en los parámetros de calidad de aire a monitorear, además de ello, los contaminantes criterio a analizar.

2.1.1 Parámetros de Calidad de Aire

Los datos meteorológicos a analizar fueron recolectados del Laboratorio de Calidad de Aire de la Universidad Nacional de Moquegua, ubicado en Ciudad Jardín, durante los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo.

Tabla 1
Parámetros de Calidad de aire

Item	Descripción	U/medida	Ubicación
1	Temperatura	° C	Estacion Unam
2	P. Atmosferica	Milibares	Estacion Unam
3	Humedad	%	Estacion Unam
4	Radiación	w/m2	Estacion Unam
5	V. de Viento	m/s	Estacion Unam
6	D. de Viento	de 0 a 360°	Estacion Unam

Nota: Elaboración propia

2.1.2 *Parámetros de contaminación*

De la misma forma os datos de contaminantes criterio a analizar fueron recolectados del Laboratorio de Calidad de Aire de la Universidad Nacional de Moquegua, ubicado en Ciudad Jardín, durante los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo.

Tabla 2
Parámetros de Contaminación

Item	Descripción	U/medida	Ubicación
1	PM 10	ug/m3	Estacion Unam
2	PM 2.5	ug/m3	Estacion Unam
3	SO2	ug/m3	Estacion Unam
4	NO2	ug/m3	Estacion Unam
5	O3	DU	Estacion Unam

***Nota**:* Elaboración propia

2.2 Instalación del paquete estadístico openair

Mediante el código ***install.packages(OPENAIR)*** se procede a instalar el paquete en la consola de R, mediante el código ***library(openair), require(openair)*** se habilita y se llama respectivamente el paquete estadístico de Openair.

De la misma manera se utilizan los códigos descritos anteriormente para la instalación de los siguientes paquetes adicionales tales como: VIM, Readr, tseries, plyr, reshape, plotly, ggplot2, ggpubr; todo ello para poder realizar de manera didáctica graficas de series temporales, de correlacion, de intervalos de tiempo, etc.

Las funciones estadísticas inherentes al programa R tales como: mean, Max, Min, median, desviacion estándar, varianza, Summary, etc.; de la misma forma fueron utilizadas para la realización del analisis estadístico que posteriormente se desarrollara.

2.3 Procesamiento y analisis estadístico de la información

2.3.1 Importación de la base de datos

Primeramente, se crea una carpeta de trabajo de ubicación conocida, en la cual se guarda las hojas de datos, en este caso la base de datos de la Estación UNAM, dicha base de datos se guarda en formato "*delimitado por comas" (csv).*

Al ingresar a la consola de R, en el cuadro de utilidades se vincula/busca la carpeta de trabajo para posteriormente abrir la base de datos con la que se va a trabajar; una vez vinculado se procede a abrir la base de datos en el editor y así distinguir si lleva espaciamiento, encabezado y demás detalles que posteriormente son necesarios reconocer para así poder ejecutar adecuadamente una orden en la consola mediante los scripts.

Para ejecutar una orden mediante un script, en este caso para leer un archivo, se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

Aire_df <- read.csv (data3.csv, header=TRUE. Sep = ",")

Primeramente se crea un vector (aire_df) mediante un operador de asignación (<-), seguidamente se utiliza la función ***read.csv***(para leer un archivo csv); dentro de esa orden se detalla entre paréntesis las características básicas de la base de datos a trabajar, tales como: nombre del archivo (data3.csv)**, header = TRUE** se refiere si es que el archivo de trabajo lleva encabezado, de no llevar encabezado la orden cambiaria a **header = FALSE**, y por último el separador de datos que en este caso se le asigna la coma.

Hay que tener en cuenta que los tipos de datos que maneja R son los siguientes: charácter, numeric, double, integer, complex y logico. La función ***str*** nos permite identificar la tipología de datos que tiene nuestra data a utilizar; es así que aplicando la función ***str***, se obtiene como resultado para los meses de febrero, marzo, abril y mayo, 2904 observaciones

y 12 variables; además de la tipología de los datos en función a cada variable descrita tal como se detalla en el siguiente cuadro a continuación.

Tabla 3
Tipología de Datos

Ítem	Variable	Tipo de Dato
1	Fecha	POSIXct
2	V.viento	numérico
3	D.viento	numérico
4	PM10	numérico
5	PM2.5	numérico
6	SO2	numérico
7	NO2	numérico
8	O3	numérico
9	P. atmosférica	numérico
10	Temperatura	numérico
11	Humedad	numérico
12	Radiación	numérico

Nota: Elaboración propia

Con la función ***head*** nos permite identificar por defecto los 6 primeros valores de la base de datos, mientras que con la función ***tail*** nos devuelve los últimos 6 valores; aplicando los scripts de determinada manera. Aquí hay que tomar en cuenta la función a utilizar (head, tail) y la asignación ya creada (aire_df).

```
head (aire_df)
tail(aire_df)
```

2.3.2 Analisis estadístico de la información

Una vez identificada y reconocida la tipología de datos del archivo a trabajar, se procede a realizar el analisis estadístico en la consola R.

Promedio: Se realizo el analisis de la función **promedio** para los contaminantes criterio, tales como: PM10, PM 2.5, SO2, NO2 y O3, mediante la siguiente asignación en la consola:

```
mean(aire_df$PM10, na.rm = TRUE)
```

```
mean(aire_df$PM2.5, na.rm = TRUE)
mean(aire_df$SO2, na.rm = TRUE)
mean(aire_df$NO2, na.rm = TRUE)
mean(aire_df$O3, na.rm = TRUE)
```

Para cada contaminante se le asigna la función promedio (mean), luego se indica la data a analizar (aire_df), el símbolo de dólar ($) indica que de la base de datos aire_df solo se tome como referencia el contaminante que se indique (aire_df**$PM10**); es así que para cada asignación de contaminante se le asigna por separado su analisis de, en este caso, promedio.

Tabla 4

Cuadro Resumen Promedio de Contaminantes

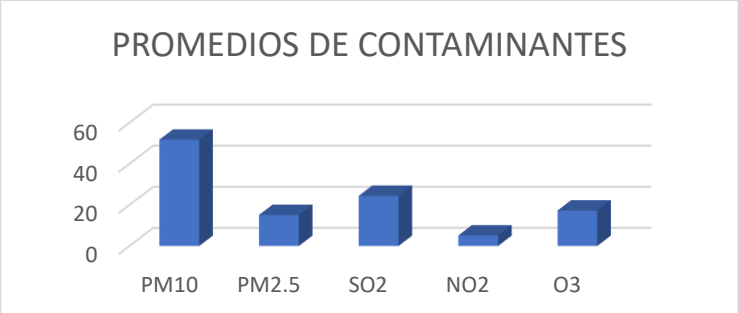
Item	Variable	Tipo de Dato	Valor
1	PM10	numerico	51.76963
2	PM2.5	numerico	15.09865
3	SO2	numerico	24.39871
4	NO2	numerico	5.136028
5	O3	numerico	17.26675

Nota: Elaboración propia

En este caso, según la gráfica el promedio mayor de contaminante se refiere a pm10 con un valor de 51.76963 y el promedio mínimo se le asigna a NO2, con un valor de 5.136028.

Figura 1

Analisis Promedio de Contaminantes



Nota: En la figura nos muestra que el valor mayor de promedio de los contaminantes criterio se da en PM10. Fuente: Elaboración propia.

Media: Se realizo el analisis de la función **media** para los contaminantes criterio, tales como: PM10, PM 2.5, SO2, NO2 y O3, mediante la siguiente asignación en la consola:

```
median(aire_df$PM10, na.rm = TRUE)
median(aire_df$PM2.5, na.rm = TRUE)
median(aire_df$SO2, na.rm = TRUE)
median(aire_df$NO2, na.rm = TRUE)
median(aire_df$O3, na.rm = TRUE)
```

Para cada contaminante se le asigna la función mediana (median), luego se indica la data a analizar (aire_df), el símbolo de dólar ($) indica que de la base de datos aire_df solo se tome como referencia el contaminante que se indique (aire_df**$PM10**); es así que para cada asignación de contaminante se le asigna por separado su analisis de, en este caso, media.

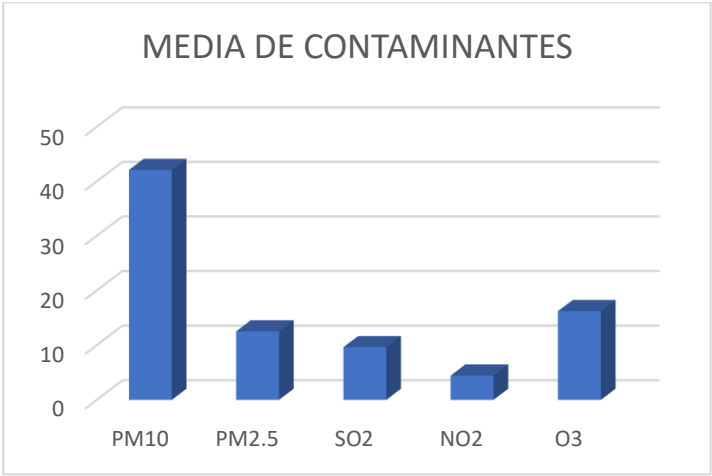
Tabla 5
Cuadro Resumen Media de Contaminantes

Item	Variable	Tipo de Dato	Valor
1	PM10	numerico	51.76963
2	PM2.5	numerico	15.09865
3	SO2	numerico	24.39871
4	NO2	numerico	5.136028
5	O3	numerico	17.26675

Nota: Elaboración propia

En este caso, según la gráfica la media mayor de contaminante se refiere a pm10 con un valor de 42.09 y la media mínimo se le asigna a NO2, con un valor de 4.44.

Figura 2
Analisis de Media de Contaminantes



Nota: En la figura nos muestra que el valor mayor de media de los contaminantes criterio se da en PM10. Fuente: Elaboración propia.

Máximos: Se realizo el analisis de la función **max** para los contaminantes criterio, tales como: PM10, PM 2.5, SO2, NO2 y O3, mediante la siguiente asignación en la consola:

```
max(aire_df$PM10, na.rm = TRUE)
max(aire_df$PM2.5, na.rm = TRUE)
max(aire_df$SO2, na.rm = TRUE)
max(aire_df$NO2, na.rm = TRUE)
max(aire_df$O3, na.rm = TRUE)
```

Para cada contaminante se le asigna la función de máximos (max), luego se indica la data a analizar (aire_df), el símbolo de dólar ($) indica que de la base de datos aire_df solo se tome como referencia el contaminante que se indique (aire_df**$PM10**); es así que para cada asignación de contaminante se le asigna por separado su analisis de, en este caso, max.

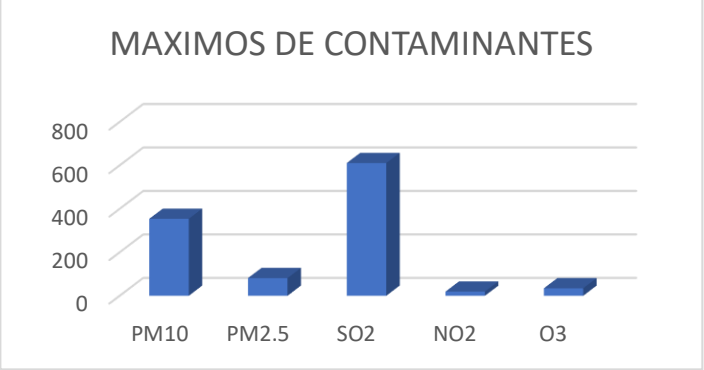
Tabla 6
Cuadro Resumen Máximos de Contaminantes

Item	Variable	Tipo de Dato	Valor
1	PM10	numerico	354.07
2	PM2.5	numerico	81.39
3	SO2	numerico	610.64
4	NO2	numerico	19.25
5	O3	numerico	34.54

Nota: Elaboración propia

En este caso, según la gráfica el valor máximo mayor de contaminante se refiere a SO2 con un valor de 610.64 y el valor máximo menor se le asigna a NO2, con un valor de 19.25.

Figura 3
Analisis Max. de Contaminantes



Nota: En la figura nos muestra que el valor mayor máximo de los contaminantes criterio se da en SO2. Fuente: Elaboración propia.

Mínimos: Se realizo el analisis de la función **min** para los contaminantes criterio, tales como: PM10, PM 2.5, SO2, NO2 y O3, mediante la siguiente asignación en la consola:

```
min(aire_df$PM10, na.rm = TRUE)
min(aire_df$PM2.5, na.rm = TRUE)
min(aire_df$SO2, na.rm = TRUE)
min(aire_df$NO2, na.rm = TRUE)
min(aire_df$O3, na.rm = TRUE)
```

Para cada contaminante se le asigna la función de mínimos (min), luego se indica la data a analizar (aire_df), el símbolo de dólar ($) indica que de la base de datos aire_df solo se tome como referencia el contaminante que se indique (aire_df**$PM10**); es así que para cada asignación de contaminante se le asigna por separado su analisis de, en este caso, min.

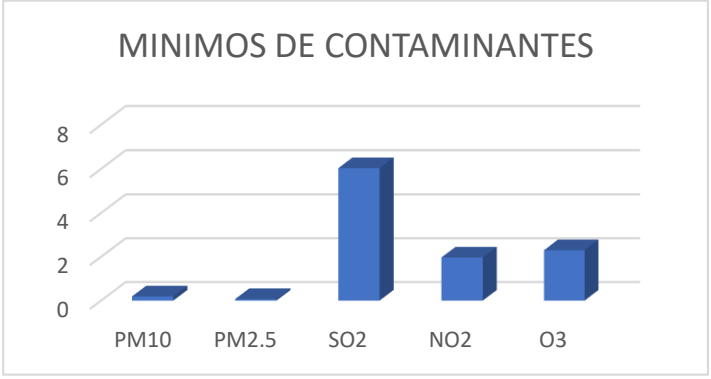
Tabla 7
Cuadro Resumen Mín. de Contaminantes

Item	Variable	Tipo de Dato	Valor
1	PM10	numerico	0.19
2	PM2.5	numerico	0.07
3	SO2	numerico	6.03
4	NO2	numerico	1.97
5	O3	numerico	2.3

Nota: Elaboración propia

En este caso, según la gráfica el valor mínimo mayor de contaminante se refiere a SO2 con un valor de 6.03 y el valor mínimo menor se le asigna a PM2.5, con un valor de 0.07.

Figura 4
Analisis Min. de Contaminantes



Nota: En la figura nos muestra que el valor mayor mínimo de los contaminantes criterio se da en SO2. Fuente: Elaboración propia.

Desviacion estándar: Se realizo el analisis de la función desviacion estándar (sd) para los parámetros meteorológicos, tales como: Temperatura, Presion Atmosférica, Humedad, Radiación, Velocidad y Dirección de viento, mediante la siguiente asignación en la consola:

```
sd(aire_df$Temperatura, na.rm = TRUE)
sd(aire_df$P.atmosferica, na.rm = TRUE)
sd(aire_df$Humedad, na.rm = TRUE)
sd(aire_df$Radiacion, na.rm = TRUE)
sd(aire_df$V.viento, na.rm = TRUE)
sd(aire_df$D.viento, na.rm = TRUE)
```

Para cada contaminante se le asigna la función de desviacion standar (sd), luego se indica la data a analizar (aire_df), el símbolo de dólar ($) indica que de la base de datos aire_df solo se tome como referencia el parámetro meteorológico que se indique (aire_df**$Temperatura**); es así que para cada asignación de parámetro se le asigna por separado su analisis de, en este caso, sd.

Tabla 8
Desviacion Standar de Parámetros Meteorológicos

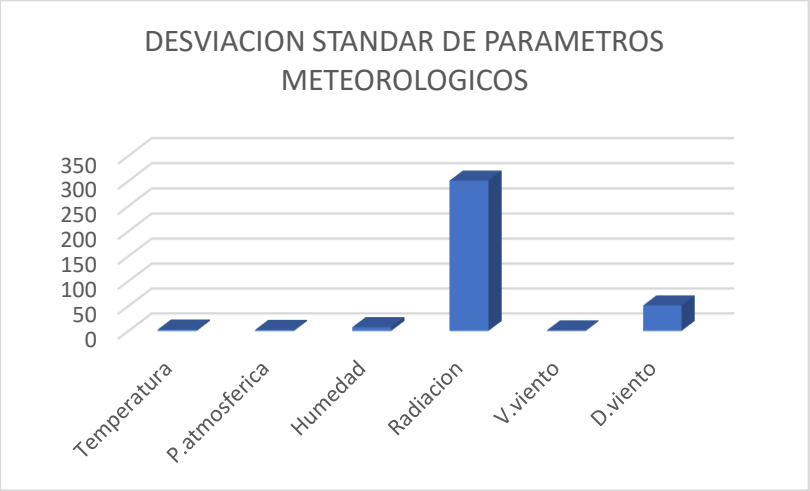
Item	Variable	Tipo de Dato	Valor
1	Temperatura	numerico	2.908514
2	P. atmosférica	numerico	2.055658
3	Humedad	numerico	7.606586
4	radiación	numerico	300.5965
5	V.viento	numerico	1.245591
6	D.viento	numerico	51.20102

Nota: Elaboración propia

En este caso, según la gráfica la desviacion standar mayor de parámetro meteorológico se refiere a Radiación con un valor de 300.5965 y el valor menor se le asigna a Velocidad de viento, con un valor de 1.245591.

Figura 5

Analisis de desviacion standar de Parámetros Meteorológicos



Nota: En la figura nos muestra que el valor mayor de desviacion estándar de los parámetros meteorológicos se da en radiación. Fuente: Elaboración propia.

Varianza: Se realizo el analisis de la función Varianza (var) para los parámetros meteorológicos, tales como: Temperatura, Presion Atmosférica, Humedad, Radiación, Velocidad y Dirección de viento, mediante la siguiente asignación en la consola:

```
var(aire_df$Temperatura, na.rm = TRUE)
var(aire_df$P.atmosferica, na.rm = TRUE)
var(aire_df$Humedad, na.rm = TRUE)
var(aire_df$Radiacion, na.rm = TRUE)
var(aire_df$V.viento, na.rm = TRUE)
var(aire_df$D.viento, na.rm = TRUE)
```

Para cada contaminante se le asigna la función de Varianza (var), luego se indica la data a analizar (aire_df), el símbolo de dólar ($) indica que de la base de datos aire_df solo se tome como referencia el parámetro meteorológico que se indique (aire_df**$Temperatura**); es así que para cada asignación de parámetro se le asigna por separado su analisis de, en este caso, var.

Tabla 9

Varianza de Parámetros Meteorológicos

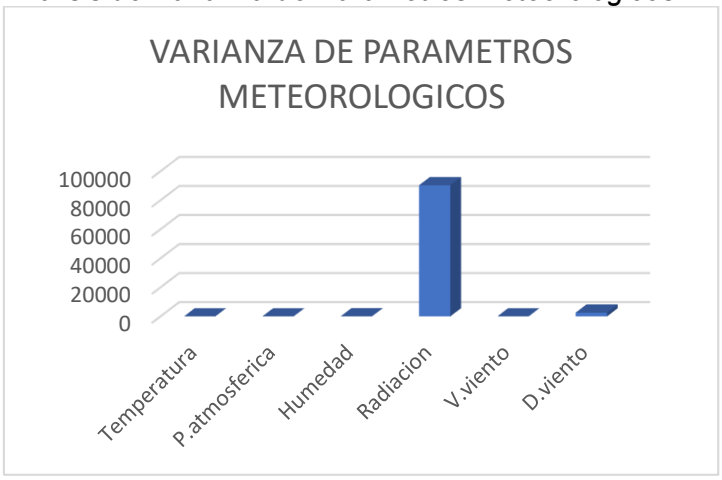
Item	Variable	Tipo de Dato	Valor
1	Temperatura	numerico	8.459453
2	P. atmosférica	numerico	4.225731
3	Humedad	numerico	57.86015
4	Radiación	numerico	90358.23
5	V.viento	numerico	1.551497
6	D.viento	numerico	2621.544

Nota: Elaboración propia

En este caso, según la gráfica, la varianza mayor de parámetro meteorológico se refiere a Radiación con un valor de 90358.23 y el valor menor se le asigna a Velocidad de viento, con un valor de 1.551497.

Figura 6

Analisis de Varianza de Parámetros Meteorológicos



Nota: En la figura nos muestra que el valor mayor de varianza de los parámetros meteorológicos se da en radiación. Fuente: Elaboración propia.

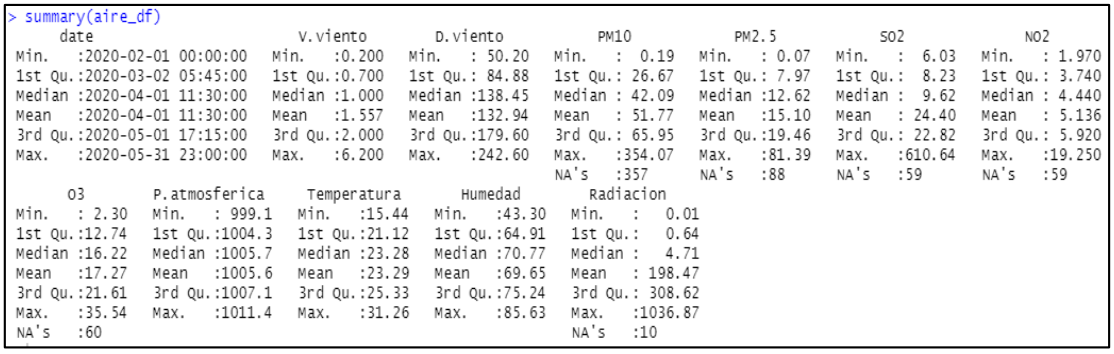
Resumen estadístico: Para finalizar, aplicaremos la función ***summary***, que no es más que el resumen genérico de las variables en estudio, esta función recoge la información referida a valores máximos y mínimos, primer cuartil, tercer cuartil, la media y el promedio mediante la siguiente asignación.

```
summary(aire_df)
```

Para la aplicación de la función ***summary***, solo es necesario colocar entre paréntesis base de datos a trabajar, que en este caso es aire_df; seguidamente nos mostrara un cuadro resumen de lo mencionado líneas arriba.

Figura 7

Cuadro Resumen de Variables de Estudio



```
> summary(aire_df)
      date                        V.viento        D.viento          PM10             PM2.5            SO2              NO2
 Min.   :2020-02-01 00:00:00   Min.   :0.200   Min.   : 50.20   Min.   :  0.19   Min.   : 0.07   Min.   :  6.03   Min.   : 1.970
 1st Qu.:2020-03-02 05:45:00   1st Qu.:0.700   1st Qu.: 84.88   1st Qu.: 26.67   1st Qu.: 7.97   1st Qu.:  8.23   1st Qu.: 3.740
 Median :2020-04-01 11:30:00   Median :1.000   Median :138.45   Median : 42.09   Median :12.62   Median :  9.62   Median : 4.440
 Mean   :2020-04-01 11:30:00   Mean   :1.557   Mean   :132.94   Mean   : 51.77   Mean   :15.10   Mean   : 24.40   Mean   : 5.136
 3rd Qu.:2020-05-01 17:15:00   3rd Qu.:2.000   3rd Qu.:179.60   3rd Qu.: 65.95   3rd Qu.:19.46   3rd Qu.: 22.82   3rd Qu.: 5.920
 Max.   :2020-05-31 23:00:00   Max.   :6.200   Max.   :242.60   Max.   :354.07   Max.   :81.39   Max.   :610.64   Max.   :19.250
                                                                 NA's   :357      NA's   :88      NA's   :59       NA's   :59
       O3         P.atmosferica     Temperatura       Humedad        Radiacion
 Min.   : 2.30   Min.   : 999.1   Min.   :15.44   Min.   :43.30   Min.   :   0.01
 1st Qu.:12.74   1st Qu.:1004.3   1st Qu.:21.12   1st Qu.:64.91   1st Qu.:   0.64
 Median :16.22   Median :1005.7   Median :23.28   Median :70.77   Median :   4.71
 Mean   :17.27   Mean   :1005.6   Mean   :23.29   Mean   :69.65   Mean   : 198.47
 3rd Qu.:21.61   3rd Qu.:1007.1   3rd Qu.:25.33   3rd Qu.:75.24   3rd Qu.: 308.62
 Max.   :35.54   Max.   :1011.4   Max.   :31.26   Max.   :85.63   Max.   :1036.87
 NA's   :60                                                       NA's   :10
```

Nota: En la figura nos muestra la aplicación de la función summary; que devuelve el resumen estadístico de las variables en estudio. Fuente: Elaboración propia.

2.4 Analisis de graficas de calidad de aire

Para la realización de graficas especializadas se analizaron los datos con un promedio cada 24 horas dado por el siguiente script:

```
aire_df_1 <- timeAverage(aire_df, avg.time="24 hour")
```

En este caso se crea una subbase de datos (aire_df_1) mediante el operador de asignación (<-), se aplica la función timeAverage a la base de datos principal(aire_df), y por

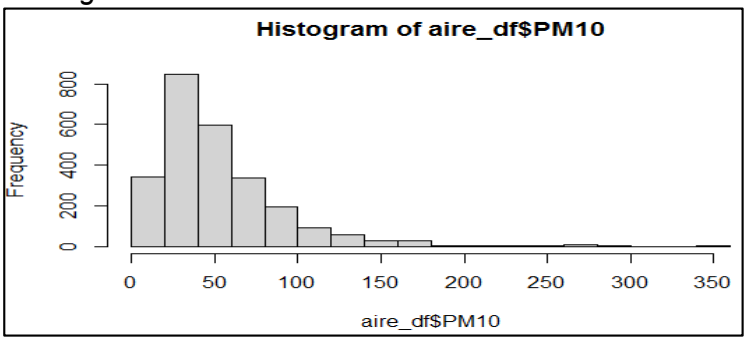
último con el comando avg.time se programa que los resultados arrojados en la subbase sean de un promedio cada 24 horas.

2.4.1 Generación de Histogramas y Densidad

PM10: Para la generación de histograma del PM10 nos muestra como resultado datos asimétricos hacia la derecha, el cual nos avisa que hay tiempos de espera. Se configura la grafica mediante la siguiente orden en la consola:

```
hist(aire_df$PM10)
```

Figura 8
Histograma de datos de PM 10



Nota: El grafico de histograma representa la distribución de la frecuencia de datos de PM 10. Fuente: Elaboración propia.

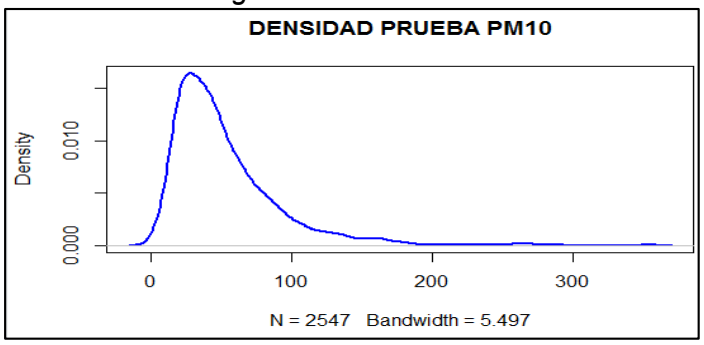
En este punto se representa el mismo histograma mencionado lineas arriba(PM10), pero aplicando el comando **density**, se configura la grafica mediante la siguiente orden en la consola.

```
plot(density(aire_df$PM10, na.rm = TRUE), main = "DENSIDAD PRUEBA
PM10", col = "blue", lwd = 2)
```

De la misma manera se utiliza el comando plot para graficar, seguidamente density para la linea de tendencia de datos, se llama a la base de datos seleccionando solamente PM10 (aire_df$PM10), el comando main es para colocarle el titulo a la grafica, los comando col y lwd son para darle el color y tamaño a la linea de tendencia.

Figura 9

Densidad de Histograma de datos de PM 10



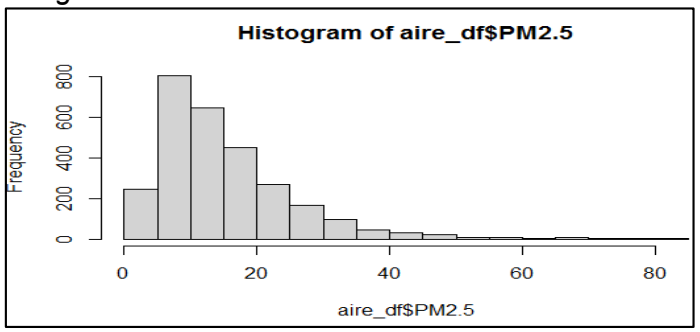
Nota: El grafico representa la línea de tendencia de densidad del histograma referido a PM 10. Fuente: Elaboración propia.

PM 2.5: Para la generación de histograma del PM2.5 también nos muestra como resultado datos asimétricos hacia la derecha, el cual nos avisa que hay tiempos de espera. Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola:

```
hist(aire_df$PM2.5)
```

Figura 10

Histograma de datos de PM 2.5



Nota: El grafico de histograma representa la distribución de la frecuencia de datos de PM 2.5. Fuente: Elaboración propia.

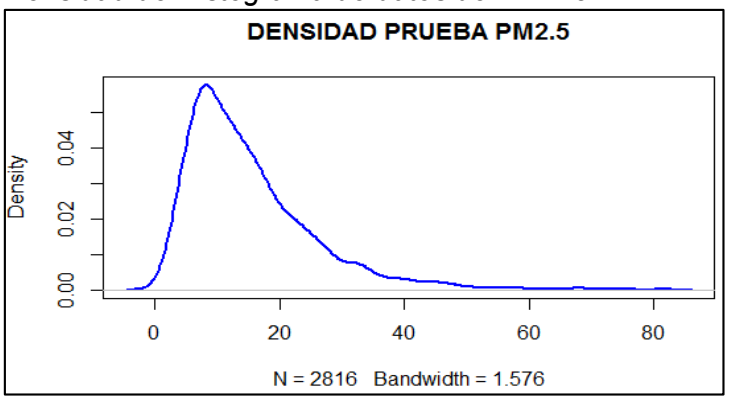
En este punto se representa el mismo histograma mencionado lineas arriba(PM2.5), pero aplicando el comando **density**, se configura la grafica mediante la siguiente orden en la consola

```
plot(density(aire_df$PM2.5, na.rm = TRUE), main = "DENSIDAD PRUEBA
 PM2.5", col = "blue", lwd = 2)
```

De la misma manera se utiliza el comando plot para graficar, seguidamente density para la linea de tendencia de datos, se llama a la base de datos seleccionando solamente PM2.5 (aire_df$PM2.5), el comando main es para colocarle el titulo a la grafica, los comando col y lwd son para darle el color y tamaño a la linea de tendencia.

Figura 11

Densidad de Histograma de datos de PM 2.5



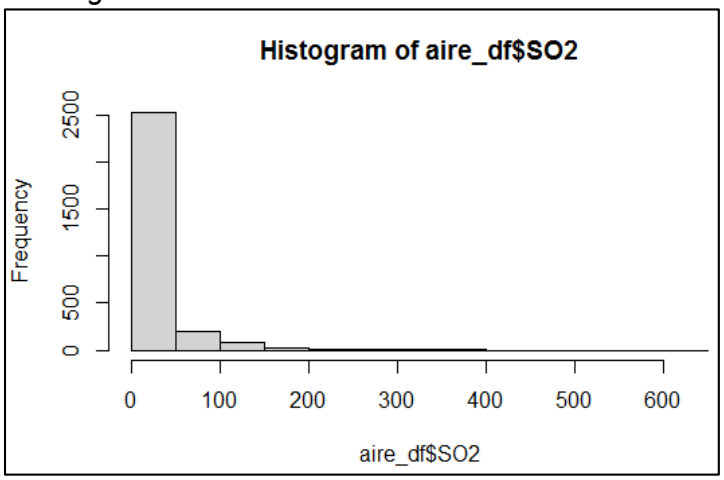
Nota: El grafico representa la línea de tendencia de densidad del histograma referido a PM 2.5. Fuente: Elaboración propia.

SO2: Para la generación de histograma del SO2 también nos muestra como resultado datos asimétricos hacia la derecha, el cual nos avisa que hay tiempos de espera. Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola:

```
hist(aire_df$SO2)
```

Figura 12

Histograma de datos de SO2



Nota: El grafico de histograma representa la distribución de la frecuencia de datos de SO2. Fuente: Elaboración propia.

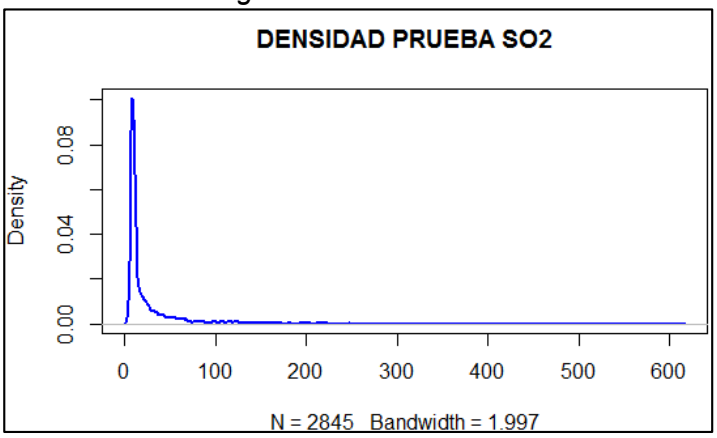
En este punto se representa el mismo histograma mencionado lineas arriba(PM2.5), pero aplicando el comando **density**, se configura la grafica mediante la siguiente orden en la consola.

```
plot(density(aire_df$SO2, na.rm = TRUE), main = "DENSIDAD PRUEBA SO2",
 col = "blue", lwd = 2)
```

De la misma manera se utiliza el comando plot para graficar, seguidamente density para la linea de tendencia de datos, se llama a la base de datos seleccionando solamente SO2 (aire_df$SO2), el comando main es para colocarle el titulo a la grafica, los comando col y lwd son para darle el color y tamaño a la linea de tendencia.

Figura 13

Densidad de Histograma de datos de SO2

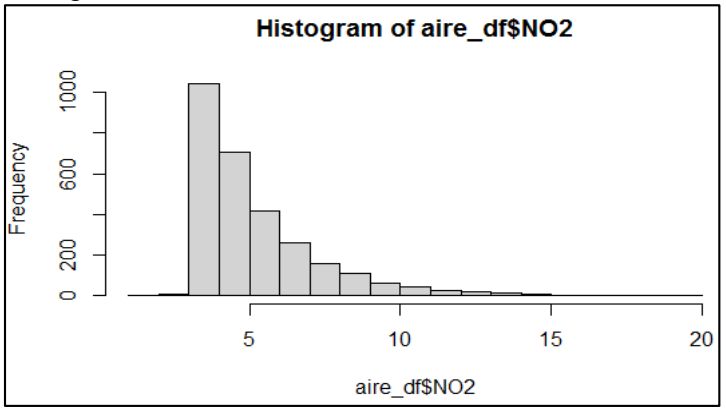


Nota: El grafico representa la línea de tendencia de densidad del histograma referido a PM SO2. Fuente: Elaboración propia.

NO2: Para la generación de histograma del NO2 también nos muestra como resultado datos asimétricos hacia la derecha, el cual nos avisa que hay tiempos de espera. Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola: hist (aire_df$NO2).

Figura 14

Histograma de datos de NO2



Nota: El grafico de histograma representa la distribución de la frecuencia de datos de NO2. Fuente: Elaboración propia.

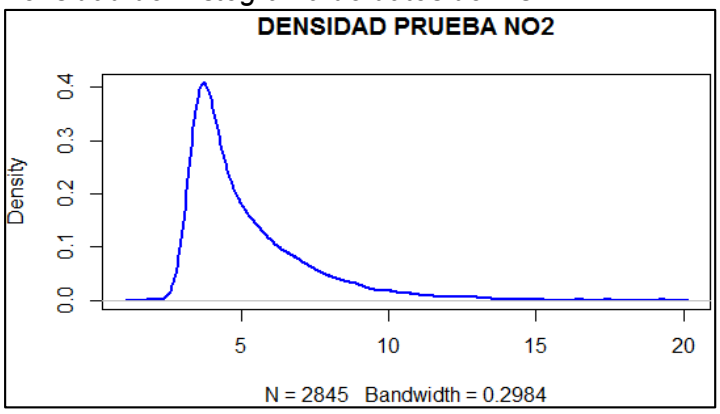
En este punto se representa el mismo histograma mencionado lineas arriba(NO2), pero aplicando el comando **density**, se configura la grafica mediante la siguiente orden en la consola.

```
plot(density(aire_df$NO2, na.rm = TRUE), main = "DENSIDAD PRUEBA NO2",
col = "blue", lwd = 2)
```

De la misma manera se utiliza el comando plot para graficar, seguidamente density para la linea de tendencia de datos, se llama a la base de datos seleccionando solamente NO2 (aire_df$NO2), el comando main es para colocarle el titulo a la grafica, los comando col y lwd son para darle el color y tamaño a la linea de tendencia.

Figura 15

Densidad de Histograma de datos de NO2

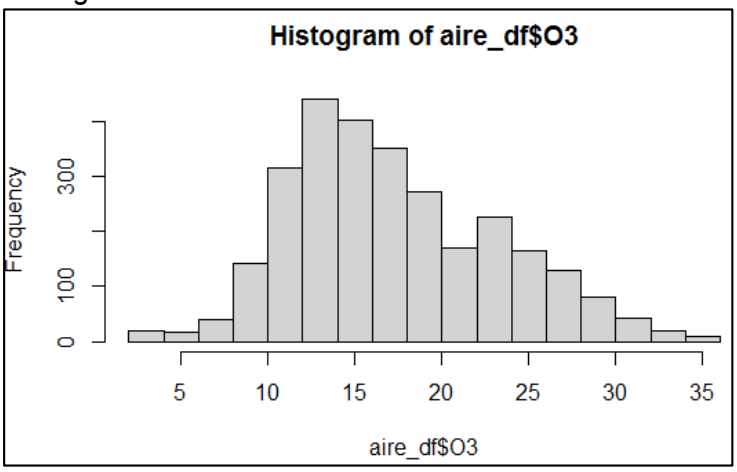


Nota: El grafico representa la línea de tendencia de densidad del histograma referido a PM NO2. Fuente: Elaboración propia.

O3: Para la generación de histograma del 03 también nos muestra como resultado datos de distribución normal, con una pequeña inclinación hacia la derecha. Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola: hist(aire_df$O3).

Figura 16

Histograma de datos de O3



Nota: El grafico de histograma representa la distribución de la frecuencia de datos de O3. Fuente: Elaboración propia.

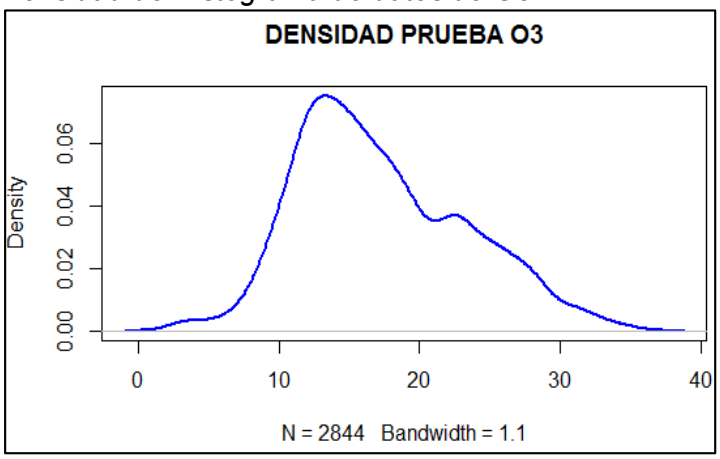
En este punto se representa el mismo histograma mencionado lineas arriba(O3), pero aplicando el comando **density**, se configura la grafica mediante la siguiente orden en la consola.

```
plot(density(aire_df$O3, na.rm = TRUE), main = "DENSIDAD PRUEBA O3", col
= "blue", lwd = 2)
```

De la misma manera se utiliza el comando plot para graficar, seguidamente density para la linea de tendencia de datos, se llama a la base de datos seleccionando solamente 03 (aire_df$03), el comando main es para colocarle el titulo a la grafica, los comando col y lwd son para darle el color y tamaño a la linea de tendencia.

Figura 17

Densidad de Histograma de datos de O3



Nota: El grafico representa la línea de tendencia de densidad del histograma referido a PM O3. Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Generación de graficas de concentración y líneas de tendencia

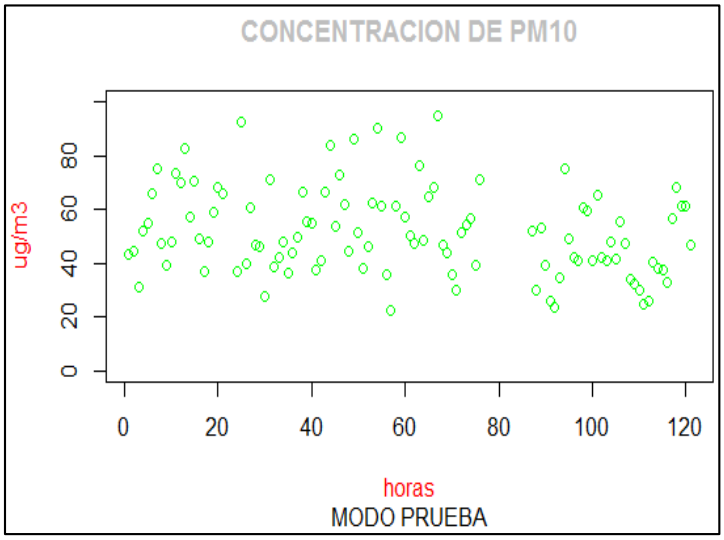
Gráfico de una variable:

PM10: Para la generación de grafica de concentración de PM10, nos muestra como resultado la distribución del contaminante con un promedio diario en un periodo de 4 meses (febrero a mayo). Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola:

```
plot(aire_df_1$PM10, xlab="horas", ylab="ug/m3", ylim = c(0,100), main = "CONCENTRACION DE PM10", sub = "MODO PRUEBA", col= "green", col.main="gray", col.lab="red")
```

Figura 18

Concentración cada 24 horas de PM 10



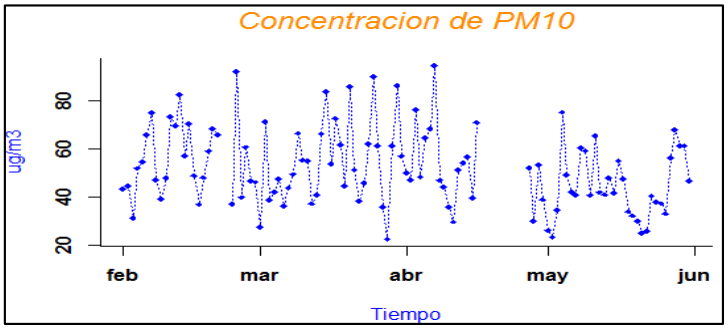
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante PM 10. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, para que salga más entendible la gráfica de concentración de contaminante (PM10) en un periodo de tiempo determinado se adiciona en el script la variable fecha (date), además de ello una serie de argumentos tales como: xlab, ylab y col.lab con los cuales se colocaran el tiempo, la concentración (ug/m3) y la línea de tendencia respectivamente, la orden en la consola quedaría de la siguiente manera:

plot(aire_df_1$date, aire_df_1$PM10, type ="o", pch=18, lty=3, cex=0.8, col="blue", lwd= 1.5, bty= "l", main= "Concentracion de PM10", cex.main= 1.5, col.main= "darkorange", col.lab= "blue", xlab= "Tiempo", ylab="ug/m3", mgp= c(3,1,0), font=2, font.main=3).

Figura 19

Concentración de PM 10 con línea de tendencia



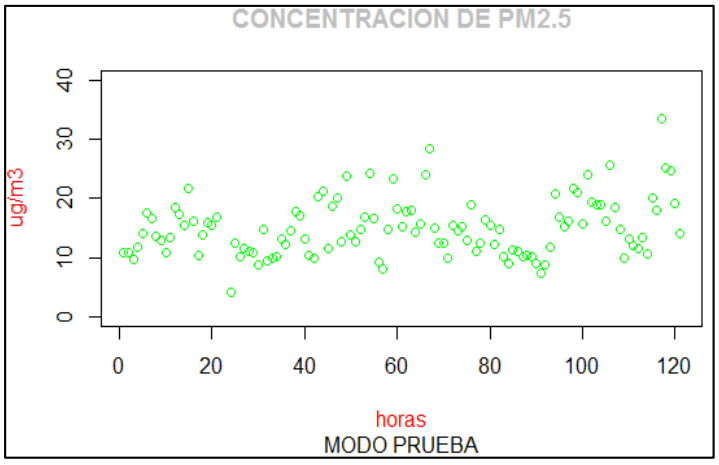
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante PM 10, mediante una línea de tendencia, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

PM 2.5: Para la generación de grafica de concentración de PM2.5, nos muestra como resultado la distribución del contaminante con un promedio diario en un periodo de 4 meses (febrero a mayo). Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola:

```
plot(aire_df_1$PM2.5, xlab="horas", ylab="ug/m3", ylim = c(0,40), main = "CONCENTRACION DE PM2.5", sub = "MODO PRUEBA", col= "green", col.main="gray", col.lab="red")
```

Figura 20

Concentración cada 24 horas de PM 2.5



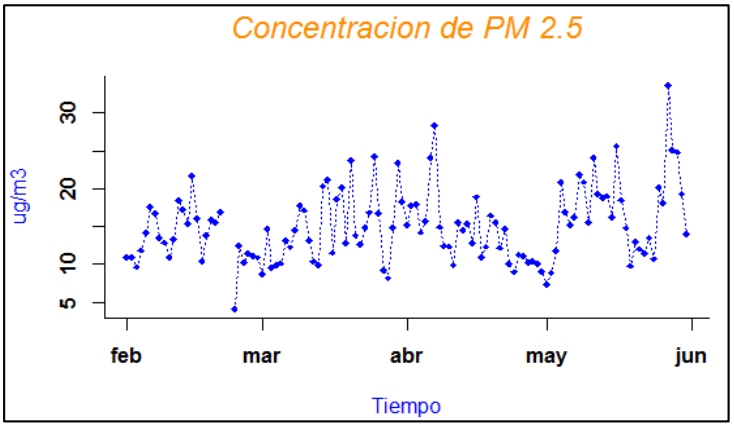
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante PM 2.5. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, para que salga más entendible la gráfica de concentración de contaminante (PM2.5) en un periodo de tiempo determinado se adiciona en el script la variable fecha (date), además de ello una serie de argumentos tales como: xlab, ylab y col.lab con los cuales se colocaran el tiempo, la concentración (ug/m3) y la línea de tendencia respectivamente, la orden en la consola quedaría de la siguiente manera.

```
plot(aire_df_1$date, aire_df_1$PM2.5, type ="o", pch=18, lty=3, cex=0.8, col="blue", lwd=
1.5, bty= "l", main= "Concentracion de PM 2.5", cex.main= 1.5, col.main= "darkorange",
col.lab= "blue", xlab= "Tiempo", ylab="ug/m3", mgp= c(3,1,0), font=2, font.main=3)
```

Figura 21

Concentración de PM 2.5 con línea de tendencia



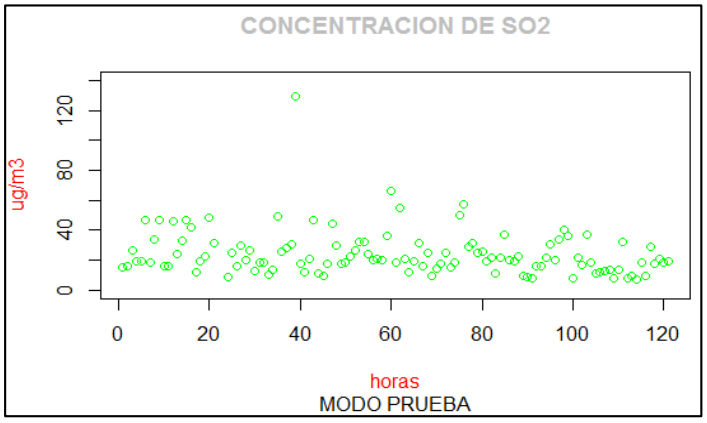
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante PM 2.5, mediante una línea de tendencia, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

SO2: Para la generación de grafica de concentración de SO2, nos muestra como resultado la distribución del contaminante con un promedio diario en un periodo de 4 meses (febrero a mayo). Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola:

```
plot(aire_df_1$SO2, xlab="horas", ylab="ug/m3", ylim = c(0,140), main =
"CONCENTRACION DE SO2", sub = "MODO PRUEBA", col= "green", col.main="gray",
col.lab="red").
```

Figura 22

Concentración cada 24 horas de SO2



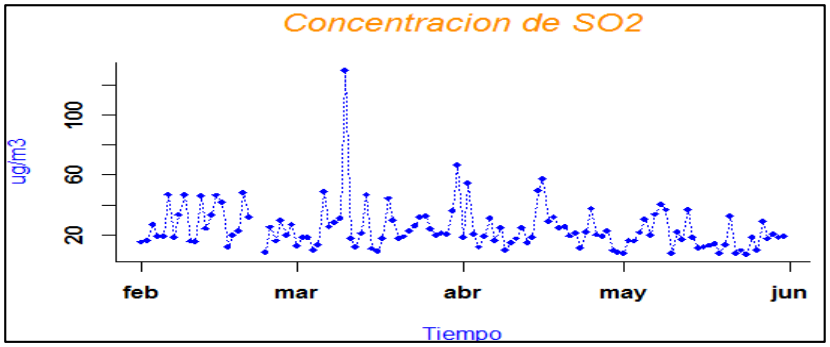
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante SO2. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, para la gráfica de concentración de contaminante (SO2) en un periodo de tiempo determinado, se adiciona en el script la variable fecha (date), además de ello una serie de argumentos tales como: xlab, ylab y col.lab con los cuales se colocarán el tiempo, la concentración (ug/m3) y la línea de tendencia respectivamente, la orden en la consola quedaría de la siguiente manera.

```
plot(aire_df_1$date, aire_df_1$SO2, type ="o", pch=18, lty=3, cex=0.8, col="blue", lwd=
1.5, bty= "l", main= "Concentracion de SO2", cex.main= 1.5, col.main= "darkorange",
col.lab= "blue", xlab= "Tiempo", ylab="ug/m3", mgp= c(3,1,0), font=2, font.main=3)
```

Figura 23

Concentración de SO2 con línea de tendencia



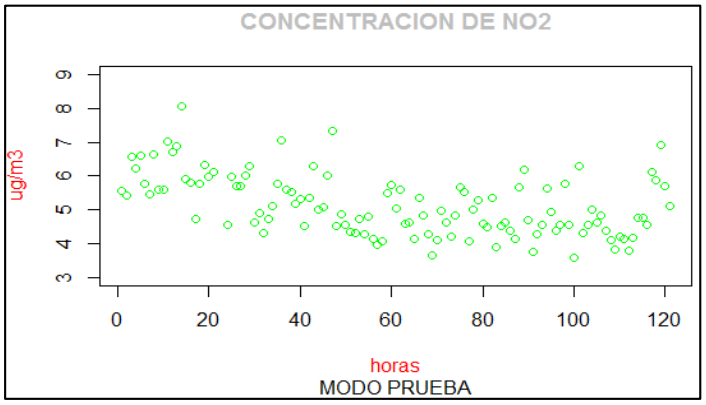
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante SO2, mediante una línea de tendencia, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

NO2: Para la generación de grafica de concentración de NO2, nos muestra como resultado la distribución del contaminante con un promedio diario en un periodo de 4 meses (febrero a mayo). Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola:

```
plot(aire_df_1$NO2, xlab="horas", ylab="ug/m3", ylim = c(3,9), main = "CONCENTRACION DE NO2", sub = "MODO PRUEBA", col= "green", col.main="gray", col.lab="red")
```

Figura 24

Concentración cada 24 horas de NO2



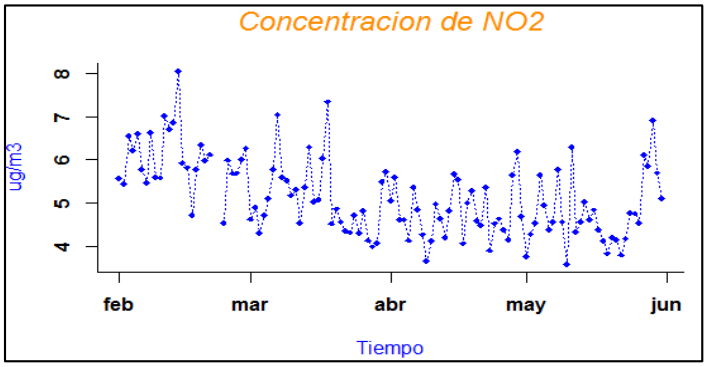
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante NO2. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, en cuanto a la gráfica de concentración de contaminante (NO2) en un periodo de tiempo determinado se adiciona en el script la variable fecha (date), además de ello una serie de argumentos tales como: xlab, ylab y col.lab con los cuales se colocarán el tiempo, la concentración (ug/m3) y la línea de tendencia respectivamente, la orden en la consola quedaría de la siguiente manera.

```
plot(aire_df_1$date, aire_df_1$NO2, type ="o", pch=18, lty=3, cex=0.8, col="blue", lwd= 1.5, bty= "l", main= "Concentracion de NO2", cex.main= 1.5, col.main= "darkorange", col.lab= "blue", xlab= "Tiempo", ylab="ug/m3", mgp= c(3,1,0), font=2, font.main=3)
```

Figura 25

Concentración de NO2 con línea de tendencia



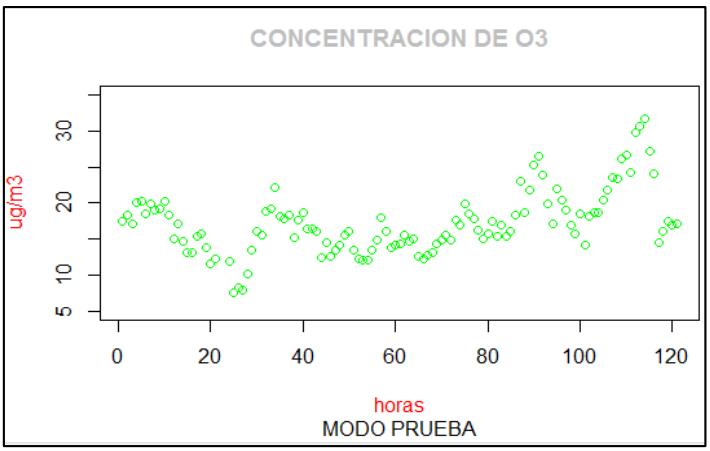
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante NO2, mediante una línea de tendencia, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

O3: Para la generación de grafica de concentración de O3, nos muestra como resultado la distribución del contaminante con un promedio diario en un periodo de 4 meses (febrero a mayo). Se configura la gráfica mediante la siguiente orden en la consola:

```
plot(aire_df_1$O3, xlab="horas", ylab="ug/m3", ylim = c(5,35), main = CONCENTRACION DE O3", sub = "MODO PRUEBA", col= "green", col.main="gray", col.lab="red")
```

Figura 26

Concentración cada 24 horas de O3



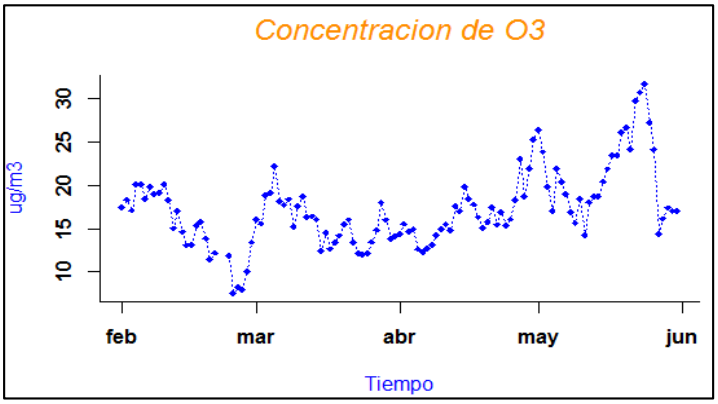
Nota: El grafico representa la concentración del contaminante O3. Fuente: Elaboración propia.

En este caso, para la gráfica de concentración de contaminante (O3) en un periodo de tiempo determinado, se adiciona en el script la variable fecha (date), además de ello una serie de argumentos tales como: xlab, ylab y col.lab con los cuales se colocarán el tiempo, la concentración (ug/m3) y la línea de tendencia respectivamente, la orden en la consola quedaría de la siguiente manera.

```
plot(aire_df_1$date, aire_df_1$O3, type ="o", pch=18, lty=3, cex=0.8, col="blue", lwd= 1.5, bty= "l", main= "Concentracion de O3", cex.main= 1.5, col.main= "darkorange", col.lab= "blue", xlab= "Tiempo", ylab="ug/m3", mgp= c(3,1,0), font=2, font.main=3)
```

Figura 27

Concentración de O3 con línea de tendencia



Nota: El grafico representa la concentración del contaminante O3, mediante una línea de tendencia, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

Gráfico de dos variables:

PM10-PM2.5: En esta primera gráfica de concentración de contaminantes veremos la relación que guarda el PM10 PM2.5, para el periodo Febrero-Mayo, Antes de analizar la gráfica se detallara la fundamentación del script que mencionamos a continuación.

```
plot(aire_df_1$date, aire_df_1$PM10, type = "o", pch= 18, lty=3, cex= 0.8, col ="blue", lwd = 1.5, bty = "l", main = "Concentracion de PM10/PM2.5", cex.main= 1.5, col.main=
```

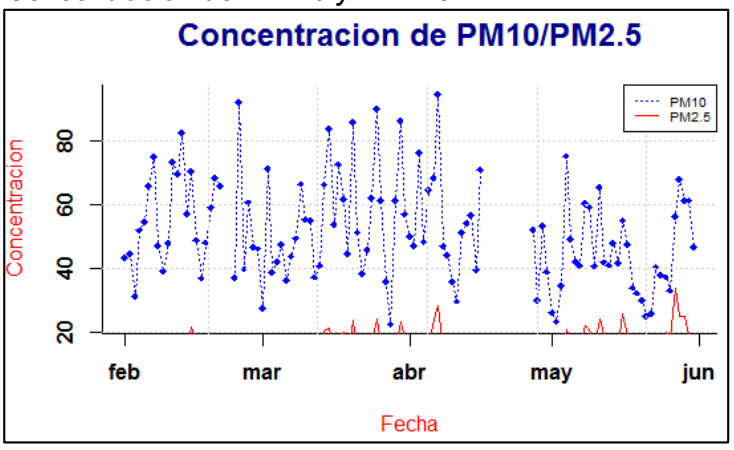
"darkblue", col.lab= "red", xlab = "Fecha", ylab= "Concentracion", mgp= c(3,1,0), font= 2, font.main= 2)+grid()+ lines(aire_df_1$date, aire_df_1$PM2.5, type = "l", col = "red")+ legend("topright", legend = c("PM10","PM2.5"), cex = 0.6, col = c("blue", "red"), lty= c(3,1))

La función plot define la gráfica de la base de datos de trabajo (aire_df_1), condicional a ello, en la primera parte del script se selecciona al primer contaminante criterio (pm10), dándole atributos a la gráfica como color de la línea de tendencia (col), leyenda (main), tamaño de letra (cex.main), color de leyenda (col,main), color de letra en los ejes (col.lab). Cabe mencionar que para adicionar el segundo contaminante al script se utiliza el operador suma (+), y de la misma forma se adiciona el segundo contaminante criterio (PM2.5), dándole respectivamente las características establecidas en la primera parte del script.

En la gráfica se establece la relación que guarda la concentración de PM10 Y PM 2.5, y se considera un comportamiento normal ya que la concentración del PM 2.5 no supera a la concentración del PM10.

Figura 28

Concentración de PM 10 y PM 2.5



Nota: El grafico representa el comportamiento de las concentraciones de PM 10 y PM 2.5, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

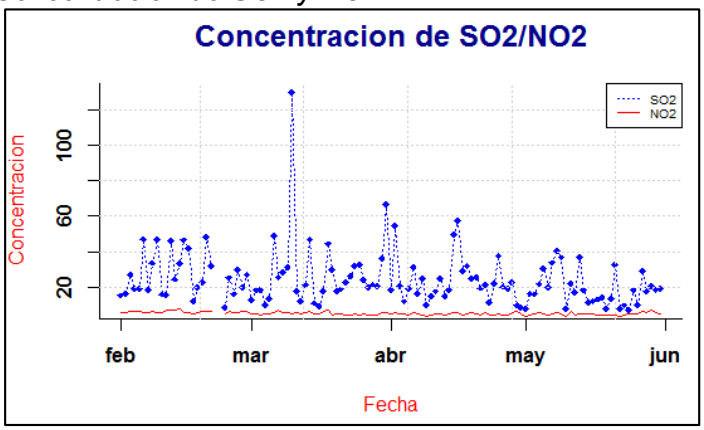
SO2-NO2: Esta vez nos enfocaremos en la relación que guarda el SO2 Y NO2, para el periodo Febrero-Mayo, Antes de analizar la gráfica se detallara la fundamentación del script que mencionamos a continuación.

```
plot(aire_df_1$date, aire_df_1$SO2, type = "o", pch= 18, lty=3, cex= 0.8, col ="blue", lwd = 1.5, bty = "l", main = "Concentracion de SO2/NO2", cex.main= 1.5, col.main= "darkblue", col.lab= "red", xlab = "Fecha", ylab= "Concentracion", mgp= c(3,1,0), font= 2, font.main= 2)+grid()+ lines(aire_df_1$date, aire_df_1$NO2, type = "l", col = "red")+ legend("topright", legend = c("SO2","NO2"), cex = 0.6, col = c("blue", "red"),  lty= c(3,1))
```

De la misma forma se desarrollan las características de la gráfica mediante los comandos mencionados líneas arriba para una mejor visualización, con la funcionalidad del operador suma (+), que adiciona un contaminante más para su analisis. Aquí podemos visualizar que el contaminante criterio SO2 tiene mayor variabilidad en sus datos en los periodos comprendidos de Febrero a Mayo; el pico más alto se puede visualizar entre marzo y abril; en cuanto a la concentración de NO2, no tiene mayor interacción, o también se puede indicar que los datos de concentración de NO2 son relativamente bajos en comparación del SO2.

Figura 29

Concentración de SO2 y NO2



Nota: El grafico representa el comportamiento de las concentraciones de SO2 y NO2, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

PM 2.5-O3: Esta vez nos enfocaremos en la relación que guarda el PM 2.5 y O3, para el periodo Febrero-Mayo, Antes de analizar la gráfica se detallara la fundamentación del script que mencionamos a continuación.

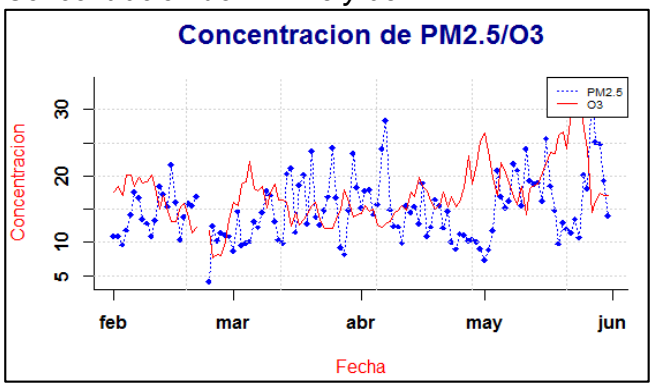
```
plot(aire_df_1$date, aire_df_1$PM2.5, type = "o", pch= 18, lty=3, cex= 0.8, col ="blue", lwd = 1.5, bty = "l", main = "Concentracion de PM2.5/O3", cex.main= 1.5, col.main= "darkblue", col.lab= "red", xlab = "Fecha", ylab= "Concentracion", mgp= c(3,1,0), font= 2, font.main= 2)+grid()+ lines(aire_df_1$date, aire_df_1$O3, type = "l", col = "red")+legend("topright", legend = c("PM2.5","O3"), cex = 0.6, col = c("blue", "red"), lty= c(3,1))
```

De la misma forma se desarrollan las características de la gráfica mediante los comandos mencionados líneas arriba para una mejor visualización, con la funcionalidad del operador suma (+), que adiciona un contaminante más para su analisis.

Aquí podemos visualizar que el contaminante criterio PM 2.5 y el O3 guardan una relación de proporcionalidad; vale decir que el PM 2.5 es inversamente proporcional a la concentración del O3, esto quiere decir, que a mayor concentración de Pm 2.5: menor concentración de O3.

Figura 30

Concentración de PM 2.5 y 03



Nota: El grafico representa el comportamiento de las concentraciones de PM 2.5 y O3, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

PM 10-S02: Esta vez nos enfocaremos en la relación que guarda el PM 10 y SO2, para el periodo Febrero-Mayo, Antes de analizar la gráfica se detallara la fundamentación del script que mencionamos a continuación.

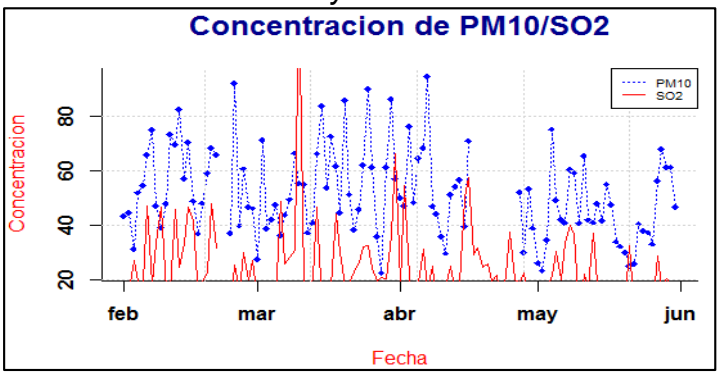
```
plot(aire_df_1$date, aire_df_1$PM10, type = "o", pch= 18, lty=3, cex= 0.8, col ="blue", lwd = 1.5, bty = "l", main = "Concentracion de PM10/SO2", cex.main= 1.5, col.main= "darkblue", col.lab= "red", xlab = "Fecha", ylab= "Concentracion", mgp= c(3,1,0), font= 2, font.main= 2)+grid()+lines(aire_df_1$date, aire_df_1$SO2, type = "l", col = "red")+legend("topright", legend = c("PM10","SO2"), cex = 0.6, col = c("blue", "red"), lty= c(3,1))
```

De la misma forma se desarrollan las características de la gráfica mediante los comandos mencionados líneas arriba para una mejor visualización, con la funcionalidad del operador suma (+), que adiciona un contaminante más para su analisis.

Aquí podemos visualizar que el contaminante criterio PM 10 y el SO2 guardan también una relación de proporcionalidad; vale decir que el PM 10 es directamente proporcional a la concentración del SO2, esto quiere decir, que a mayor concentración de Pm 10: también habrá una mayor concentración de SO2.

Figura 31

Concentración de PM 10 y SO2



Nota: El grafico representa el comportamiento de las concentraciones de PM 10 y SO2, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

No obstante, a comienzos de marzo se puede visualizar un dato de concentración de SO2 que excede la tendencia establecida, sobrepasando a la concentración de pm10.

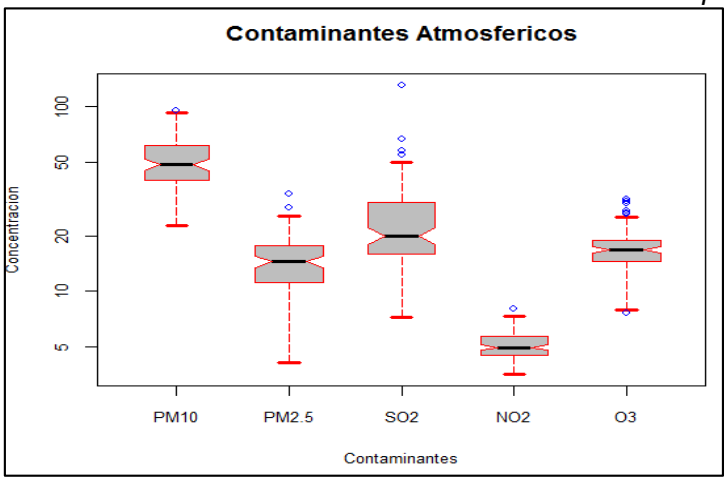
2.4.3 Graficos de boxplot

Para la generación de esta grafica se utilizan varios comandos que definen las características y la posterior interpretación a realizar. Se comienza colocando la función boxplot, seguidamente se adiciona a cada contaminante criterio con el archivo de trabajo, con el comando **main** se le asigna una leyenda, ancho de la caja (warwidth), intervalos de confianza (notch), grafica de valores fuera de rango (outline), dimensiones de línea superior e inferior (staplewex), etc. De tal manera que el script queda de la siguiente manera.

```
boxplot(aire_df_1$PM10, aire_df_1$PM2.5, aire_df_1$SO2, aire_df_1$NO2, aire_df_1$O3, names = c("PM10", "PM2.5", "SO2", "NO2", "O3"), main= "Contaminantes atmosfericos 2020", varwidth = TRUE, xlab = "Contaminantes", ylab= "Concentracion", notch = TRUE, outline = TRUE, staplewex = 0.3,boxwex = 0.6, outcex = 0.8, outpch = 1, outcol = "blue", boxcol = "red", boxfill = "grey", whisklty = 5, whiskcol = "red", cex.lab= 0.8, cex.axis= 0.8, staplelwd=3, staplecol= "red", medcol= "black" , log = "y")
```

Figura 32

Distribución de datos de contaminantes mediante boxplot



Nota: El grafico representa la distribución de los valores de los contaminantes criterio, además de los valores fuera de rango. Fuente: Elaboración propia.

En esta grafica podemos visualizar que en la mayoría de casos los datos de los contaminantes criterio no son simétricos; son datos sesgados y/o asimétricos.

2.4.4 Grafica de series de tiempo

Grafica de resumen meteorológicos: Estos graficos nos muestran interactivamente un resumen de las variables a analizar, para este caso: los parámetros meteorológicos. El script a utilizar en la consola quedaría de la siguiente manera.

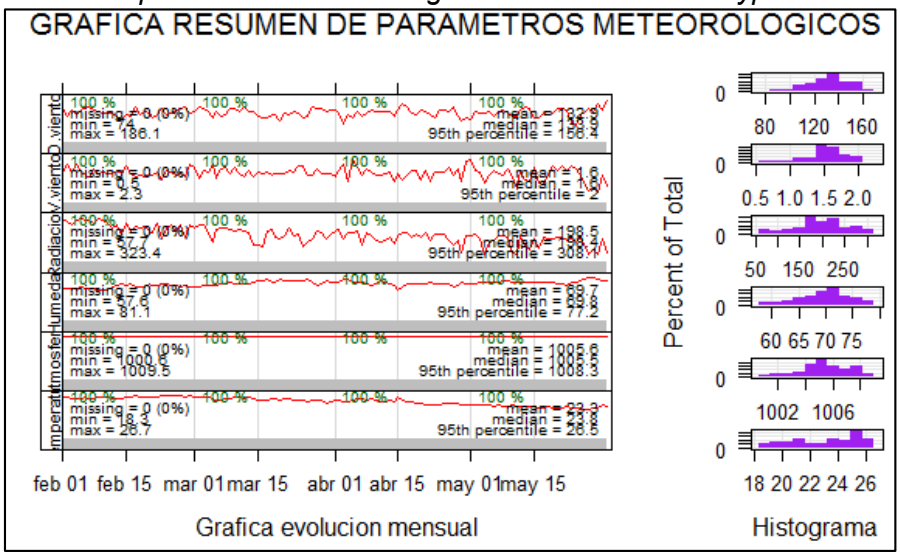
```
summaryPlot(subset(aire_df_1, select=c("date", "Temperatura","P.atmosferica", "Humedad", "Radiacion", "V.viento", "D.viento")), col.mis = "blue", col.trend = "red", col.data = "grey",col.hist = "purple", period = "months", auto.text= FALSE,main= "GRAFICA RESUMEN DE PARAMETROS METEOROLOGICOS", xlab = c("Grafica evolucion mensual", "Histograma"))
```

Anteriormente se utilizó solo la función summary para realizar un resumen estadístico de los datos, ahora al adicionar plot (summaryplot) se entiende que le va a indicar que todo ese resumen se vea reflejado en una gráfica.

Es así que el script empieza con la función summaryplot, posteriormente seleccionamos el parámetro (subset), seleccionamos las variables (parámetros meteorológicos) a graficar en el cuadro resumen (select), y las demás características que le dan ese dinamismo a la gráfica (col, period, text, main). Cabe resaltar la apreciación de histogramas para cada variable.

Figura 33

Grafica de parámetros meteorológicos mediante summaryplot



Nota: El grafico representa el comportamiento de los parámetros meteorológicos durante los meses de Febrero-Mayo a manera de resumen incluido su histograma. Fuente: Elaboración propia.

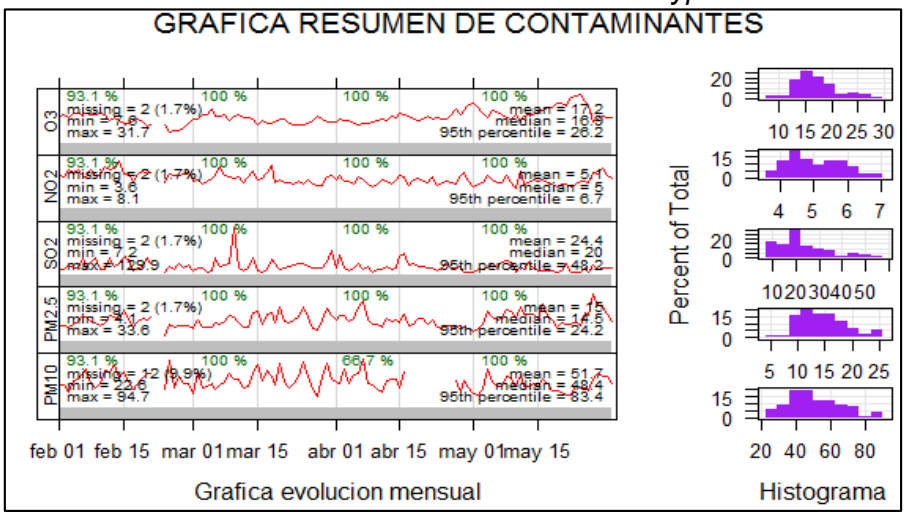
Graficas de resumen de contaminantes: Para este caso de los contaminantes criterio, el script a utilizar en la consola quedaría de la siguiente manera.

```
summaryPlot(subset(aire_df_1, select=c("date", "PM10","PM2.5", "SO2", "NO2", "O3")),
col.mis = "blue", col.trend = "red", col.data = "grey",col.hist = "purple",  period = "months",
auto.text= FALSE,main= "GRAFICA RESUMEN DE CONTAMINANTES",  xlab =
c("Grafica evolucion mensual", "Histograma"))
```

El script empieza con la función summaryplot, posteriormente seleccionamos el parámetro (subset), seleccionamos las variables (contaminantes) a graficar en el cuadro resumen (select), y las demás características que le dan ese dinamismo a la gráfica (col, period, text, main). Cabe resaltar la apreciación de histogramas para cada variable.

Figura 34

Grafica de contaminantes criterio mediante summaryplot



Nota: El grafico representa el comportamiento de los contaminantes criterio durante los meses de Febrero-Mayo a modo de resumen incluido su histograma. Fuente: Elaboración propia.

2.4.5 Grafica de series temporales

Timeplot:

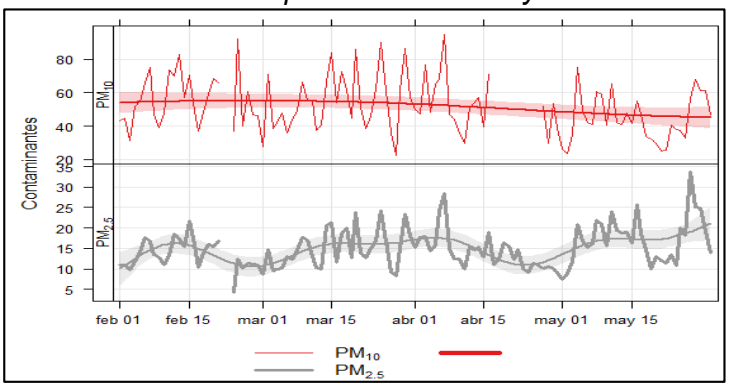
PM 10-PM 2.5: Esta función nos muestra la evolución mensual comparativa de las variables seleccionadas (eje x), además de los rangos de concentración en las cuales se desarrollan dichas variables (eje y).

```
timePlot(aire_df_1,pollutant = c("PM10", "PM2.5"),y.relation = "free", , lty = 1,lwd=
c(1,3,5), ylab= "Contaminantes",  smooth=TRUE, ci= TRUE)
```

Para desarrollar el script empezamos con la función timeplot, seguidamente mencionamos la base de datos de trabajo (aire_df_1), seleccionamos los contaminantes criterio a graficar mediante el comando pollutant (en este caso se seleccionó PM10 y PM 2.5), en esta grafica se ve reflejado el comportamiento de la concentración de los contaminantes y la tendencia mediante el comando (smooth).

Figura 35

Grafica de series temporales de PM 10 y PM 2.5



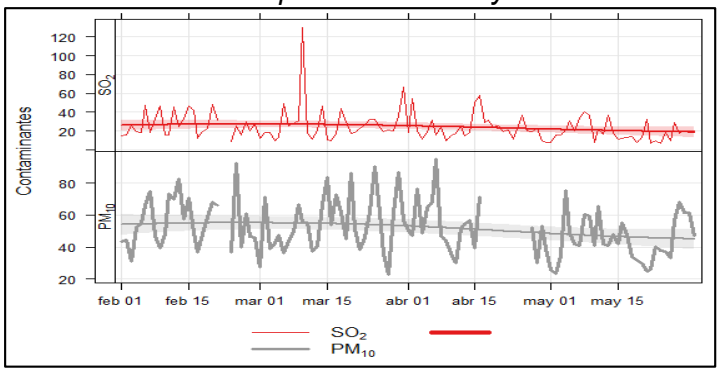
Nota: El grafico representa el Comportamiento y Línea de tendencia de las concentraciones de PM 10 y PM 2.5, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

SO2-PM 10: De la misma forma empezamos a desarrollar el script con la función timeplot, seguidamente mencionamos la base de datos de trabajo (aire_df_1), seleccionamos los contaminantes criterio a graficar mediante el comando pollutant (en este caso se seleccionó SO2 y PM 10), en esta grafica se ve reflejado el comportamiento de la concentración de los contaminantes y la tendencia mediante el comando (smooth).

```
timePlot(aire_df_1,pollutant = c("SO2", "PM10"),y.relation = "free", , lty = 1,lwd= c(1,3,5),
ylab= "Contaminantes",  smooth=TRUE, ci= TRUE)
```

Figura 36

Grafica de series temporales de SO2 y PM 10



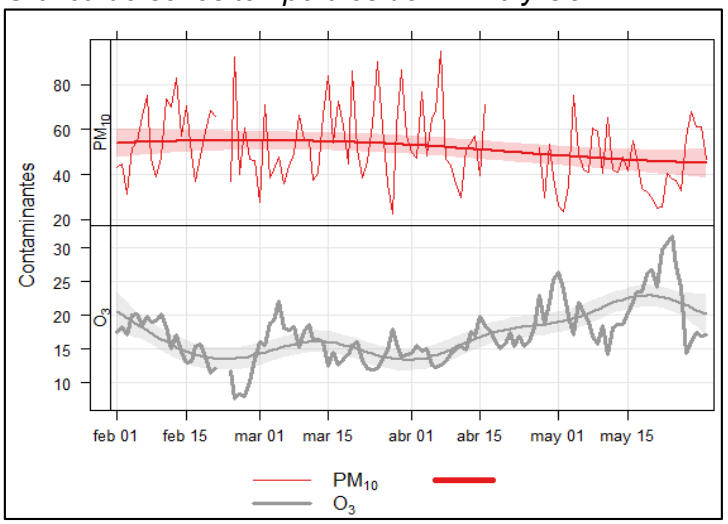
Nota: El grafico representa el Comportamiento y Línea de tendencia de las concentraciones de SO2 y PM 10, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

O3-PM10: El script utilizado en la consola para realizar la gráfica de los contaminantes O3 y PM10 mediante la función timeplot se detalla a continuación.

```
timePlot(aire_df_1,pollutant = c("PM10", "O3"),y.relation = "free", , lty = 1,lwd= c(1,3,5),
ylab= "Contaminantes",  smooth=TRUE, ci= TRUE)
```

Figura 37

Grafica de series temporales de PM 10 y O3



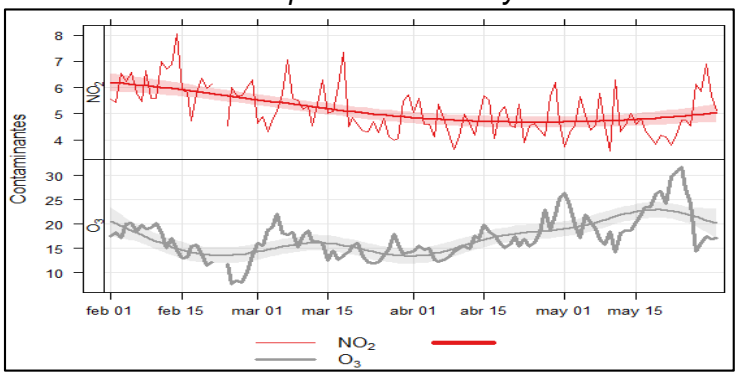
Nota: El grafico representa el Comportamiento y Línea de tendencia de las concentraciones de PM 10 y O3, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

El script utilizado en la consola para realizar la gráfica de los contaminantes NO2 y O3 mediante la función timeplot se detalla a continuación.

```
timePlot(aire_df_1,pollutant = c("NO2", "O3"),y.relation = "free", , lty = 1,lwd= c(1,3,5),
ylab= "Contaminantes",  smooth=TRUE, ci= TRUE)
```

Figura 38

Grafica de series temporales de NO2 y O3



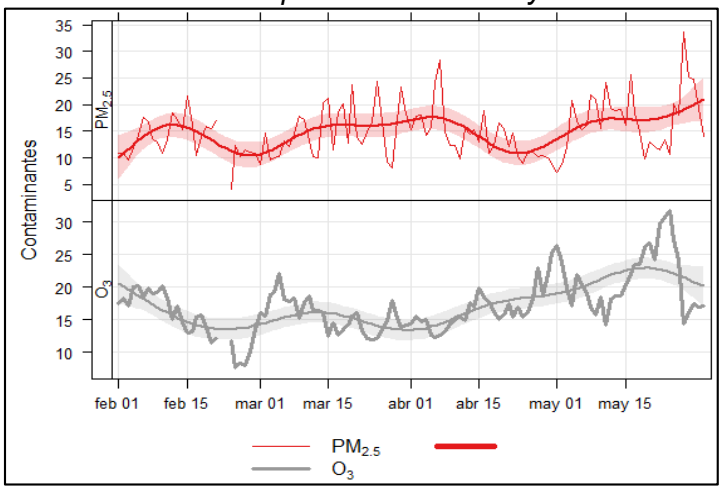
Nota: El grafico representa el Comportamiento y Línea de tendencia de las concentraciones de NO2 y O3, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

PM 2.5-03: El script utilizado en la consola para realizar la gráfica de los contaminantes PM2.5 y O3 mediante la función timeplot se detalla a continuación.

```
timePlot(aire_df_1,pollutant = c("PM2.5", "O3"),y.relation = "free", , lty = 1,lwd= c(1,3,5),
ylab= "Contaminantes",  smooth=TRUE, ci= TRUE)
```

Figura 39

Grafica de series temporales de PM 2.5 y O3



Nota: El grafico representa el Comportamiento y Línea de tendencia de las concentraciones de PM 2.5 y O3, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

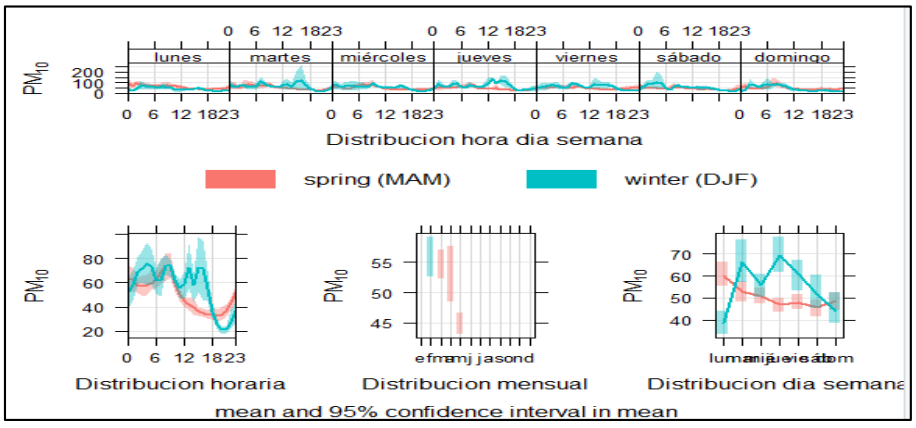
Time variation

PM10: Esta función nos muestra un gráfico dinámico de la representación diaria, semanal y mensual del comportamiento de la variable en estudio, en este caso se seleccionó la opción de visualización de datos en base a las estaciones del año. El script se detalla a continuación: *timeVariation(aire_df, pollutant = "PM10", xlab = c("Distribucion hora dia semana", "Distribución horaria", "Distribución mensual", "Distribucion dia semana")) timeVariation(aire_df, pollutant = "PM10")*

Para desarrollar el script empezamos con la función timeVariation, seguidamente mencionamos la base de datos de trabajo (aire_df), seleccionamos el contaminante criterio de manera individual mediante el comando pollutant, dentro del comando xlab concatenamos (c()) la distribución ya sea diaria, mensual o semanal.

Figura 40

Grafica de PM 10 utilizando timeVariation



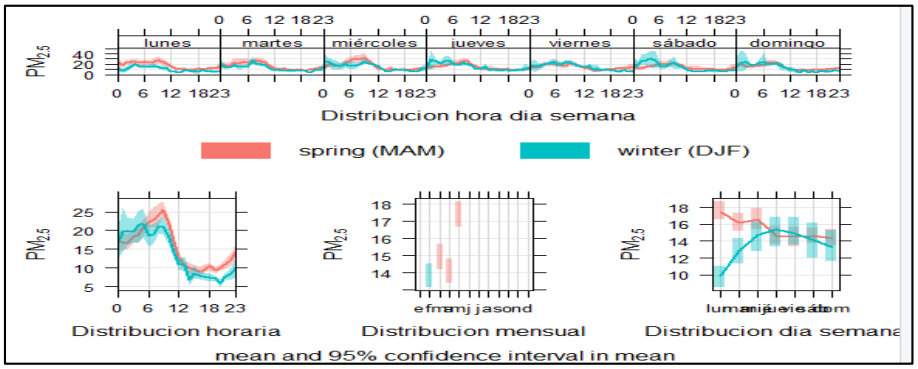
Nota: El grafico representa el Comportamiento individual de la concentración de PM 10, distribución horaria, semanal y mensual durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

PM 2.5 El script utilizado en la consola para realizar la gráfica del contaminante criterio PM2.5 mediante la función timeVariation se detalla a continuación: *timeVariation(aire_df,*

pollutant = "PM2.5",xlab = c("Distribucion hora dia semana", "Distribución horaria", "Distribución mensual", "Distribucion dia semana")) timeVariation(aire_df, pollutant = "PM2.5")

Figura 41

Grafica de PM 2.5 utilizando timeVariation

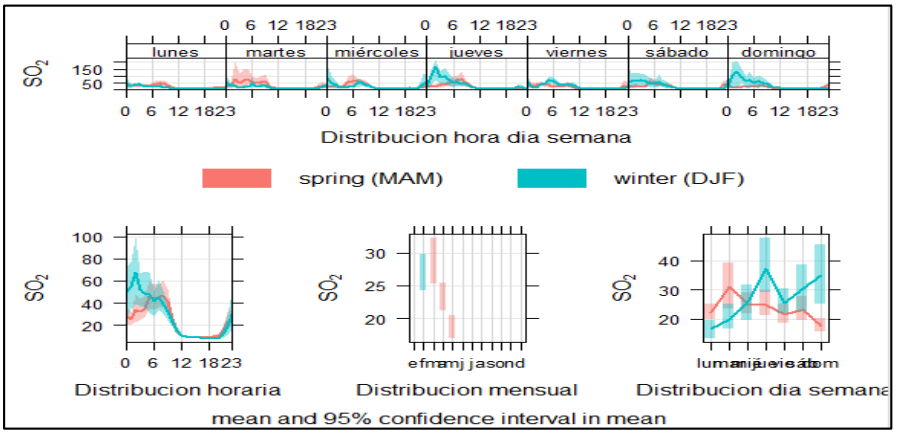


Nota: El grafico representa el Comportamiento individual de la concentración de PM 2.5, distribución horaria, semanal y mensual durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

SO2: El script utilizado en la consola para realizar la gráfica del contaminante criterio SO2 mediante la función timeVariation se detalla a continuación: *timeVariation(aire_df, pollutant = "SO2",xlab = c("Distribucion hora dia semana", "Distribución horaria", "Distribución mensual", "Distribucion dia semana")) timeVariation(aire_df, pollutant = "SO2")*

Figura 42

Grafica de SO2 utilizando timeVariation

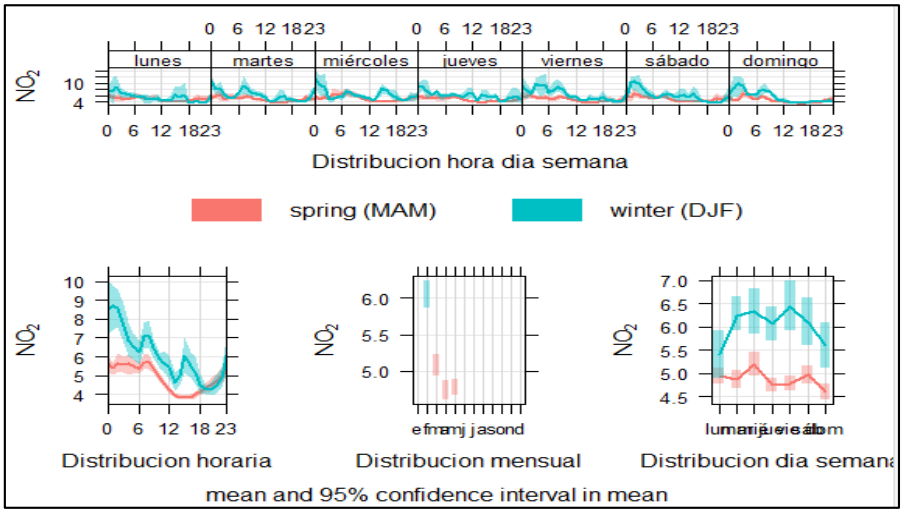


Nota: El grafico representa el Comportamiento individual de la concentración de SO2, distribución horaria, semanal y mensual durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

NO2: El script utilizado en la consola para realizar la gráfica del contaminante criterio NO2 mediante la función timeVariation se detalla a continuación: *timeVariation(aire_df, pollutant = "NO2",xlab = c("Distribucion hora dia semana", "Distribución horaria", "Distribución mensual", "Distribucion dia semana")) timeVariation(aire_df, pollutant = "NO2")*

Figura 43

Grafica de NO2 utilizando timeVariation

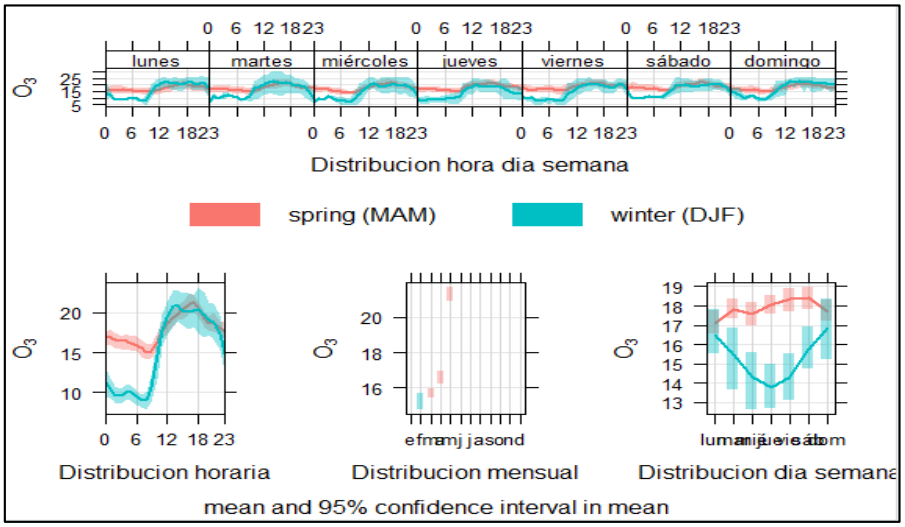


Nota: El grafico representa el Comportamiento individual de la concentración de NO2, distribución horaria, semanal y mensual durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

O3: El script utilizado en la consola para realizar la gráfica del contaminante criterio O3 mediante la función timeVariation se detalla a continuación: *timeVariation(aire_df, pollutant = "O3",xlab = c("Distribucion hora dia semana", "Distribución horaria", "Distribución mensual", "Distribucion dia semana")) timeVariation(aire_df, pollutant = "O3")*

Figura 44

Grafica de O3 utilizando timeVariation



Nota: El grafico representa el Comportamiento individual de la concentración de O3, distribución horaria, semanal y mensual durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

2.4.6 Gráfica de rosa de vientos

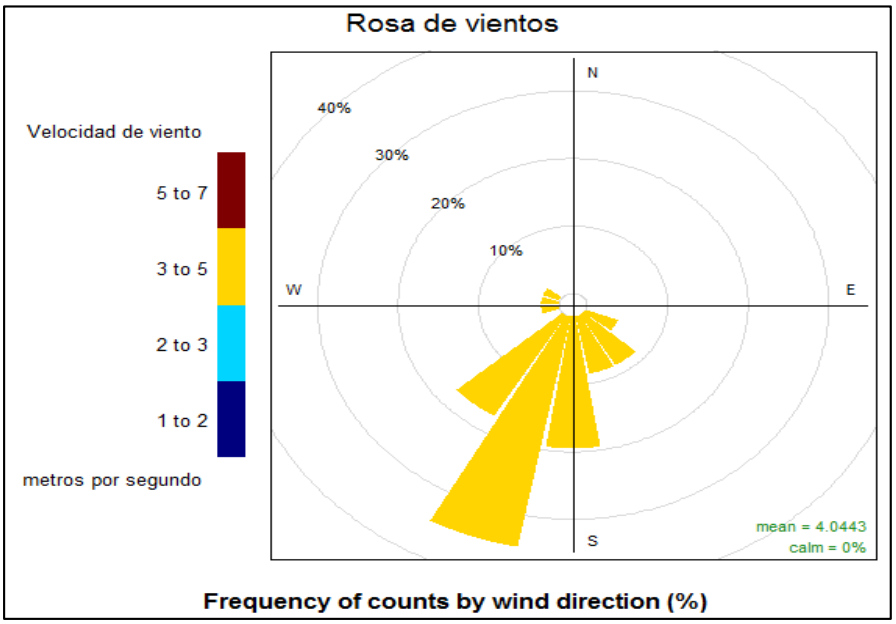
Esta función nos muestra un gráfico dinámico de la representación general del comportamiento de los siguientes parámetros meteorológicos, tales como, dirección y velocidad de viento. El script se detalla a continuación.

```
windRose(data3, breaks = c(1,2,3,5,7), angle = 20, cols = "jet", paddle = FALSE,offset =
5, key.header = "Velocidad de viento",key.footer = "metros por segundo", key.position =
"left",main= "Rosa de vientos", width = 3)
```

Primeramente se apertura el script con la función windRose (rosa de vientos), luego invocamos a la data de trabajo (data3), seguidamente se colocan los intervalos de velocidades (breaks), el ángulo de dichos intervalos (angle), el estilo de los ejes de la gráfica (paddle), los títulos superior e inferior a la escala de la gráfica (key.header y key.footer respectivamente), y el título de la gráfica mediante el comando main. El promedio de velocidades se muestra en la gráfica en mención, dando como resultado 4.0443, el cual se ubica en el intervalo de velocidad de 3-5, la dirección de viento predominante es Suroeste (SO).

Figura 45

Grafica de Rosa de vientos



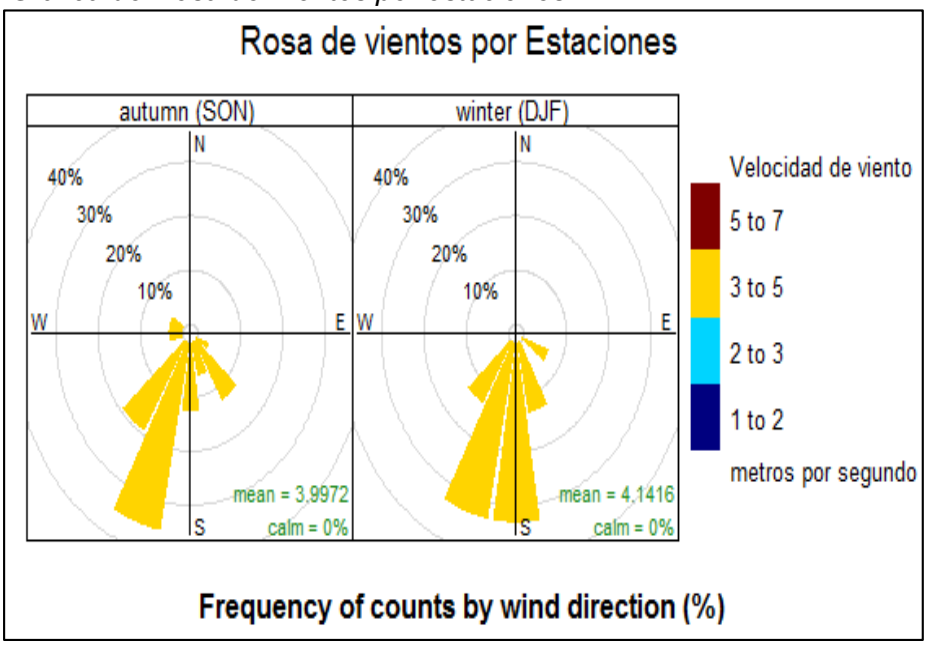
Nota: El grafico representa el comportamiento de la dirección y velocidad de viento durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

En este apartado, de la misma forma se genera la gráfica de rosa de vientos, pero adicionando el comando “season”, el cual indica que en la gráfica deben reflejarse por estaciones (otoño e invierno); el script es el siguiente.

```
windRose(data3, breaks = c(1,2,3,5,7), angle = 20, cols = "jet", paddle = FALSE,offset = 5, key.header = "Velocidad de viento",key.footer = "metros por segundo", key.position = "right",main= "Rosa de vientos por Estaciones", type = "season")
```

Figura 46

Grafica de Rosa de Vientos por estaciones



Nota: El grafico representa el comportamiento de la dirección y velocidad de viento por estaciones, durante los meses de Febrero-Mayo. Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III: ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo General

- ✓ Aplicar el paquete estadistico Openair en Rstudio para analizar la informacion de los datos de calidad de aire mediante la generacion de graficos especializados de los meses Febrero, Marzo, Abril y Mayo del año 2020 de la Estacion UNAM.

3.1.2 Objetivo Especifico

- ✓ Aplicar las funciones estadísticas inherentes al programa R.
- ✓ Aplicar y analizar graficas de calidad de aire referidos a los contaminantes criterio en estudio durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo.
- ✓ Aplicar y analizar graficas de direccion y velocidad de viento mediante la rosa de vientos durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo.

3.2 Antecedentes

3.2.1 Antecedentes Internacionales

Según (Ramirez, Duque, Perez, & Aristizabal, 2016) en su investigación denominada: “GENERACION Y REPRESENTACION DE INDICADORES DE CALIDAD DE AIRE: CASO DE ESTUDIO APLICADO A MANIZALES, COLOMBIA.” Estalece en cuanto a la obtencion y manejo de informacion puede cruzarse con las variables meteorologicas y asi realizar calculos de los indicadores en condiciones de referencia; los cuales se validan manualmente en los software R y Excel. No obstante dichos indicadores se representan en tablas y en graficas utilizando como plataforma la bodega de datos, adicionalmente se utilizo el software R y la librería OPENAIR para mostrar mas informacion de los indicadores; con estas herramientas se realizaron graficas utilizando la media movil para los datos continuos.

Para (Beleño, Colegial, & Barrera, 2020) en su artículo denominado: “CORRELACION ENTRE EL FLUJO VEHICULAR, EL PM 2.5 Y VARIABLES METEOROLOGICAS, UN ESTUDIO DE CASO AL ORIENTE DE BUCARAMANGA (COLOMBIA).” Establece que para el analisis de datos el modelo estadistico aplicado se tomo de las librerias del software R dada su capacidad para hacer analisis, en este caso de tipo ambiental con su librería OPENAIR, este software esta siendo utilizado actualmente para estudios ambientales. En cuanto a su articulo se realizaron corridas para caracterizar las variables y las relaciones entre ellas, con el proposito de determinar en que medida cada clase de fuente movil (categorias) incide en os resultados de pm 2.5 y COV.

Para (Diaz, 2015) en su investigación denominada: “APLICACION DE LA HERRAMIENTA INFORMATICA R PARA EL ANALISIS DE DATOS DE CONTAMINACION DEL AIRE EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.” Sostiene en su resumen que: de los analisis se observo la variedad de salidas obtenidas con OPENAIR, los graficos polares del analisis espacial mostraron la distribucion de las concentraciones alrededor de los sitios de monitoreo con la velocidad del viento, y la dispersion en una o varias direcciones. De esta forma R y OPENAIR demostraron ser de gran utilidad al aportar grandes ventajas y funcionalidad en el analisis de datos de los contaminantes comunes o criterio del aire, por la variedad de salidas que puede generar, por lo que, es recomendable para los repsonsables en la gestion de la calidad del aire implementar este tipo de herramientas de libre acceso.

En referencia a (Pinto & Mendez, 2015) en su investigación denominada: “EVALUACION DEL IMPACTO EN CALIDAD DEL AIRE, ASOCIADO A RESUSPENSION DE MATERIAL PARTICULADO POR LA PAVIMENTACION DE LA VIA PRINCIPAL DE CARACOLI-CIUDAD BOLIVAR, BOGOTA D.C” establece el uso del OPENAIR para el caso de la direccion de viento/concentracion de material particulado asociadas a resuspension y concluye que mostraron una relacion directamente proporcional con el rumbo de las masas de aire.

Según (Buitrago & Tejeiro, 2019) en su investigación denominada: “INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLOGICAS EN LA CONCENTRACION DE PST Y PM10 EN INMEDIACIONES DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SEDE LOMA LINDA. VILLAVICENCIO, COLOMBIA” se establecio de donde vienen y posiblemente hacia donde se dirigen los contaminantes desde la zona de estudio, atravez del analisis de datos hecho por medio de la rosa de vientos (Wrplot) y la rosa de contaminantes por el software libre R y su paquete OPENAIR, obteniendo tambien de este ultimo programa, un calendario donde se muestra la magnitud de la concentracion del material particulado en cada uno de los dias muestreados y un resumen estadistico basico de los datos de contaminacion captados, dando como resultado que el arrastre de particulas suspendidas por el viento provienen del sur y se dirigen al norte de la ciudad.

Para (Garcia, 2013) en su trabajo denominado: “IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE ESTADISTICO OPENAIR PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION DE LA BASE DE DATOS DE LA RED DE CALIDAD DE AIRE DE BOGOTA” determina que en dicho trabajo se implementa la herramienta OPENAIR con el proposito de buscar un mayor entendimiento de localizacion y naturaleza de las fuentes de mayor impacto sobre los valores de las concentraciones de contaminantes del aire registrados en las estaciones de su RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE DE BOGOTA (RMCAB).

3.2.2 Antecedentes Nacionales

Según (Suarez, Torres, Helmig, & Hueber, 2017) en su investigación: “MEDICION Y ANALISIS DEL AEROSOL DE CARBONO NEGRO EN EL OBSERVATORIO DE HUANCAYO, PERU” hace referencia al uso de diagramas polares de dos variables de la librería OPENAIR del software estadistico R; con los cuales fueron posibles identificar altas concentraciones de CARBONO NEGRO (CN) provenientes de diferentes direcciones, siendo mas dominantes las provenientes del sector Este con vientos que llegan hasta los 4 m/s. Para

dicho estudio se empleo la funcion Polarplot el cual contiene todas las ecuaciones mencionadas para la identificacion de las zonas donde provienen dichos contaminantes.

Según (Balladares, 2021) en su investigación: “DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE ABSORCION DE MATERIAL PARTICULADO Y NITROGENO EN LA ESPECIE BRIOFITA *Pleurozium quitense* EN EL DISTRITO DE SAN BORJA, LIMA-PERU . SAN BORJA, LIMA, PERU” en su etapa de analisis, en cuanto al tratamiento de la data meteorologica y de calidad de aire establece que se realizo mediante la librería OPENAIR del software Rstudio; mediante el cual se elaboro los meteorogramas de temperatura, humedad relativa, rosa de vientos (velocidad y direccion de vientos) y rosa de contaminantes (Pm 2.5 y Pm 10) para el periodo de dicha investigacion.

Según (Salgado, 2021) en su investigación: “ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE LAS CONCENTRACIONES DE INMISIONES DE SO2 Y NO2 EN LIMA METROPOLITANA PARA LAS TEMPORADAS DEL 2018 - 2019. LIMA, PERU.” Indica que los software como R, AERMOD, MATLAB Y WRPLOT son herramientas de acceso libre, en las cuales se importa, manipula y se realizan multiples analisis de grandes volumenes de datos de calidad de aire para mejorar su compresion. Tambien establece que los datos fueron ordenados y procesados en el lenguaje de programacion R haciendo uso de la librería OPENAIR, dentro del cual se desarollan multiples analisis estadisticos y graficos de datos de manera rapida aun cuando el volumen de datos sea gigantesco. Esto en alusion al manejo de data meteorologica en la que amerita realizar series de tiempo ademas de graficarlas.

Según (Oscategui, 2020) en su investigación: “ANALISIS DE LAS CONCENTRACIONES DEL PM10 EN SU INTERACCION CON LOS FACTORES METEOROLOGICOS EN EL DISTRITO DE ATE-PROVINCIA DE LIMA, DURANTE LOS AÑOS 2014 AL 2018. CERRO DE PASCO, PERU.” Señala que para el tratamiento estadistico de los datos se utilizo el software R, y con ayuda de sus funciones estadisticas se consigue graficas de resumen de parametros

estadisticos de cada uno de los parametros obtenidos, bajo los patrones de las medidas de tendencia central y de la distribucion normal de los datos registrados. Cabe mencionar que para la realizacion de graficas de series de tiempo se requiere la activacion de la librería OPENAIR en R.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN O APORTES

Discusión:

En cuanto al informe, todas las gráficas se realizaron en base a un promedio de 24 horas mediante la función ***timeaverage;*** aun así, ha habido días en los cuales no reflejaba ningún dato, como en el caso del 22/02/2020 y 23/02/2020 (ver anexo), en cuanto a contaminantes criterio y del 17/04/2020 al 26/04/2020 en cuanto a PM 10. A consecuencia de ello, en las graficas de series de tiempo de 1 o 2 graficas de variables, se ven líneas de tendencia entrecortadas.

En las investigaciones: “Medición y analisis del aerosol de carbono negro en el observatorio de Huancayo, Peru” y “Aplicación de la herramienta informatica R para el analisis de datos de contaminacion del aire en el distrito metropolitano de Quito.” , mencionan el uso de diagramas polares, que se refieren enteramente a las concentraciones de contaminantes versus velocidad y direccion de viento, lo cual es muy ventajoso ya que se puede interpretar la concentracion de determinado contaminante y su distribucion espacial. En cuanto al presente trabajo, no se llego a profundizar la funcion Polarplot; pero queda claro que es una herramienta muy importante para la toma de decisiones en temas referidos a calidad de aire.

En la mayoría de casos, referidos a los antecedentes mencionados en el apartado anterior, sugieren el uso del paquete estadístico Openair para el analisis estadístico y a su vez la generación de graficas especializadas para un mayor entendimiento e interpretación de la información, realizando en algunos casos comparativos y relaciones de parámetros de calidad de aire versus determinados contaminantes. En el presente trabajo, de la misma manera se realizaron graficas especializadas de parámetros meteorológicos y contaminantes.

Aportes:

Como aporte general podemos destacar que el Openair al ser una herramienta practica para la generacion de graficos especializados, nos permite interpretar adecuadamente los resultados obtenidos para su posterior toma de desiciones referidos a calidad de aire.

Como aporte del presente trabajo esta referido al facil y accesible manejo de la informacion de calidad de aire con el paquete Openair en R, tanto en los parametros meteorologicos como en los contaminantes criterio; brindando como resultado graficos especializados de concentracion y distribucion de contaminantes (no se utilizo polarplot), series temporales de comportamiento de variables (timeVariation), direccion y velocidad de viento mediante rosa de vientos (windRose); de facil interpretacion.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Los resultados obtenidos, dentro de los contaminantes criterio, para el analisis estadístico primario en cuanto a valor mayor de: promedio, media, valor max y valor min, son PM10 con un valor de 51.76963, PM 10 con un valor de 42.09, SO2 con un valor de 610.64 y SO2 con un valor de 6.03 respectivamente.

Para los parámetros meteorológicos se analizó la desviacion estándar y la varianza, dando como resultado: radiación con un valor mayor de 300.5965 y 90358.23 respectivamente.

Los resultados obtenidos en las gráficas de histogramas realizados a los contaminantes criterio, se refleja mayormente una inclinación hacia la derecha, lo cual indica un sesgo de información, en cuanto al O3 podemos indicar que dicho contaminante criterio no presenta un sesgo predominante.

En cuanto a las graficas de concentración de contaminantes mediante las funciones: timeplot, timevariation, plot y summaryplot, con un promedio diario, reflejando su comportamiento mediante una línea de tendencia, da como resultado que la gráfica sea de fácil interpretación y comprensión, que a su vez servirá para la toma de decisiones referidos a temas de Calidad de Aire.

Con respecto a las gráficas de dos variables de contaminantes referidos a PM 10 y PM 2.5, se consideró un comportamiento normal, debido a que la concentración de PM 2.5 no supera a la concentración de PM 10; con respecto a SO2 y NO2, los datos de concentración de NO2 son relativamente bajos en comparación del SO2; con respecto a PM 2.5 y O3, guardan una relación de proporcionalidad inversa; con respecto a PM 10 y SO2, guardan una relación de proporcionalidad directa, no obstante, a comienzos de marzo se puede visualizar

un dato de concentración de SO2 que excede la tendencia establecida, sobrepasando a la concentración de pm10.

Por último, en cuanto a la gráfica de Rosa de vientos, el promedio de velocidades dio como resultado 4.0443, el cual se ubica en el intervalo de velocidad de 3-5, la dirección de viento predominante es Suroeste (SO).

Recomendaciones:

Cabe precisar que en la base de datos de la Estacion Meteorológica de Calidad de Aire de la UNAM, durante los meses de estudio, se visualizaron datos NaN (datos sin información de monitoreo), datos en blanco; por lo tanto, se recomienda que antes de procesar la información, se verifique la data obtenida, con la finalidad de que en los graficos obtenidos no se reflejen líneas de tendencia entrecortadas.

Se recomienda también que la versión de R, referida a su instalación sea la adecuada; ya que para la generación de graficos especializados se necesitan paquetes adicionales (VIM, Readr, tseries, plyr, reshape, plotly, etc); dichos paquetes adicionales no funcionan o no los reconoce la interfaz si la versión no es la adecuada, consecuencia de ello no se obtendrán graficos especializados, ya que cada paquete adicional cumple o habilita una función determinada en el resultado que se quiere obtener.

Bibliografía

Balladares, C. (2021). *Determinacion de la capacidad de absorcion de material particulado y nitrogeno en la especie briofita pleurozium quitense en el distrito de San Borja, Lima-Peru .*

Investigación realizada en Perú, con la finalidad de determinar la capacidad de absorción de PM 10 y Nitrógeno, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Beleño, L., Colegial, J., & Barrera, M. (2020). *Correlacion entre el flujo vehicular, el pm 2.5 y variables meteorologicas, un estudio de caso al oriente de Bucaramanga (Colombia).*

Investigación realizada en Colombia, los autores nos detallan como realizar una correlacion de PM 2.5 y las variables meteorológicas, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Buitrago, A., & Tejeiro, J. (2019). *Influencia de las condiciones meteorologicas en la concentracion de pst y pm10 en inmediaciones de la Universidad Santo Tomas sede Loma Linda.*

Investigación realizada en Colombia, los autores tienen la intención de relacionar las condiciones meteorológicas y la concentración de material particulado, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Diaz, C. (2015). *Aplicacion de la herramienta informatica r para el analisis de datos de contaminacion del aire en el distrito metropolitano de Quito.*

Investigación realizada en Ecuador, el autor establece la importancia y la aplicación del programa R para analisis de datos de calidad de Aire, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Follos, F. (2012). *Manual basico para el tratamiento de datos de calidad de aire mediante el lenguaje estadistico r y paquetes adicionales como Openair.*

En esta oportunidad, el autor nos proporciona un manual didáctico para el tratamiento de datos de calidad de aire y a su vez los pasos a seguir para la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Garcia, P. (2013). *Implementacion del software estadistico Openair para el procesamiento y analisis de la informacion de la base de datos de la red de calidad de aire de Bogota.*

Investigación realizada en Colombia, el autor nos proporciona los pasos a seguir para la implementación del software para procesar datos de calidad de aire, además de la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Oscategui, A. (2020). *Analisis de las concentraciones del pm10 en su interaccion con los factores meteorologicos en el distrito de Ate-provincia de Lima, durante los años 2014 al 2018.*

Investigación realizada en Perú, los autores tienen la intención de relacionar las condiciones meteorológicas y la concentración de material particulado, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

PACCOSONCO, L. (2022). *Modulo_01 openair. Ilo, Peru.*

El autor establece mediante un tutorial los pasos a seguir para obtener como resultado graficas especializadas producto de la aplicación del paquete Openair.

Pinto, L., & Mendez, J. (2015). *Evaluacion del impacto en calidad del aire, asociado a resuspension de material particulado por la pavimentacion de la via principal de Caracoli-Ciudad Bolivar, Colombia.*

Investigación realizada en Colombia, los autores realizaron una evaluación general de la calidad de Aire, específicamente en la pavimentación de una vía principal, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Ramirez, J., Duque, N., Perez, A., & Aristizabal, B. (2016). *Generacion y representacion de indicadores de calidad de aire: caso de estudio aplicado a Manizales. Colombia.*

De la misma manera la investigación se realizó en Colombia, los autores se enfocaron en indicadores de calidad de Aire, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

R-project.org. (s.f.). *Obtenido de The R Project for Statistical Computing.*

De la misma página del programa R, se utilizo referencia de conceptos inherentes al Openair.

Salgado, L. (2021). *Analisis de la distribucion de las concentraciones de inmisiones de SO2 y NO2 en lima metropolitana para las temporadas del 2018 - 2019. Lima, Peru.*

Investigación realizada en Perú, el autor tiene la intención de analizar las concentraciones de gases tales como dióxido de azufre y dióxido de carbono, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Suarez, L., Torres, C., Helmig, D., & Hueber, J. (2017). *Medicion y analisis del aerosol de carbono negro en el observatorio de Huancayo, Peru.*

Investigación realizada en Perú, los autores tienen la intención de determinar la concentración de carbono negro, mediante la generación de graficos especializados utilizando el paquete Openair.

Https://normas-apa.org/introduccion/

Pagina de internet utilizada para la aplicación de normas apa en el presente trabajo.

https://larepublica.pe/sociedad/2022/03/26/peru-esta-en-el-puesto-1-de-los-10-paises-de-america-latina-con-la-peor-calidad-de-aire-segun-estudio-de-iqair/

Página de internet utilizada como referencia para la realización de la introducción del presente trabajo.

https://docplayer.es/712267-lenguaje-r-aplicado-al-analisis-de-datos-de-manual-basico-para-el-tratamiento-de-datos-de-calidad-del-aire-mediante-el-lenguaje-estadistico-r.html.

Página de internet utilizada como referencia para los conceptos básicos y funciones estadísticas que se manejaron en la elaboración del presente trabajo.

ANEXOS

PARAMETROS METEOROLOGICOS CON TIMEAVERAGE= 24 HOUR

Date	V.viento	D.viento	P. atmo	Temper	Humed	Radiac
01/02/2020	1.66	152.00	1004.89	25.88	61.70	323.44
02/02/2020	2.05	117.74	1005.56	25.77	60.94	300.44
03/02/2020	1.61	144.19	1005.60	25.03	62.01	277.13
04/02/2020	2.04	123.77	1004.89	25.18	61.89	310.09
05/02/2020	1.61	143.83	1004.04	24.81	62.07	322.24
06/02/2020	1.42	156.45	1004.64	25.46	61.06	316.22
07/02/2020	1.41	155.72	1005.21	25.10	60.45	308.06
08/02/2020	1.78	146.85	1005.37	25.00	60.54	290.41
09/02/2020	1.55	140.33	1005.32	25.71	58.68	316.58
10/02/2020	1.63	133.00	1004.55	25.75	57.63	311.33
11/02/2020	1.51	131.95	1003.26	25.67	59.13	286.37
12/02/2020	1.51	128.03	1003.06	25.34	63.37	256.06
13/02/2020	1.69	115.51	1002.07	25.32	65.23	275.73
14/02/2020	1.55	104.97	1002.86	25.09	68.33	203.59
15/02/2020	1.93	125.12	1002.77	25.69	67.01	287.00
16/02/2020	1.52	119.73	1002.18	25.71	69.06	225.61
17/02/2020	1.35	154.83	1000.61	26.64	63.10	259.19
18/02/2020	1.45	125.89	1001.08	26.07	63.82	255.35
19/02/2020	1.38	136.72	1002.11	26.40	63.85	261.36
20/02/2020	1.57	128.52	1002.95	25.91	68.89	230.66
21/02/2020	1.50	110.88	1005.22	25.97	67.78	218.31
22/02/2020	1.67	123.37	1005.06	26.23	66.76	284.57
23/02/2020	1.21	148.42	1005.40	26.53	68.23	169.66
24/02/2020	1.74	126.58	1005.15	26.68	68.47	256.03
25/02/2020	1.66	133.28	1004.86	26.72	67.57	272.76
26/02/2020	1.44	147.08	1005.69	26.59	66.20	223.87
27/02/2020	1.53	152.84	1005.08	26.45	64.53	270.61
28/02/2020	1.34	155.78	1005.91	26.23	66.12	185.24
29/02/2020	2.05	130.16	1005.23	26.56	64.67	272.22
01/03/2020	1.84	134.55	1005.24	26.27	64.52	257.90
02/03/2020	1.33	160.47	1004.41	26.30	62.73	273.67
03/03/2020	1.69	153.88	1004.03	25.47	65.43	278.41
04/03/2020	1.63	136.13	1003.81	25.50	66.06	212.22
05/03/2020	2.03	108.76	1004.74	24.96	65.04	141.44
06/03/2020	1.30	138.50	1004.70	24.02	67.64	246.30
07/03/2020	1.77	118.11	1003.74	24.27	68.52	249.91

08/03/2020	1.84	124.32	1004.01	25.11	69.12	249.46
09/03/2020	1.57	151.08	1005.08	25.36	71.60	236.08
10/03/2020	1.85	149.39	1004.64	25.56	70.41	233.99
11/03/2020	1.53	138.43	1003.27	25.75	68.64	236.99
12/03/2020	1.36	159.66	1002.71	25.30	70.15	225.11
13/03/2020	1.71	138.10	1005.27	25.89	69.30	218.93
14/03/2020	1.34	138.76	1005.49	24.78	73.39	123.29
15/03/2020	1.61	113.73	1005.73	24.09	76.09	120.92
16/03/2020	1.52	112.54	1005.42	23.75	76.67	107.62
17/03/2020	1.61	108.18	1005.68	23.65	77.42	228.51
18/03/2020	1.45	125.74	1006.00	25.33	70.86	238.55
19/03/2020	1.57	124.83	1006.55	25.37	72.58	181.41
20/03/2020	1.53	99.93	1005.83	23.63	78.97	172.35
21/03/2020	1.56	127.75	1006.33	24.96	73.96	189.88
22/03/2020	1.75	124.51	1006.33	24.88	74.81	253.59
23/03/2020	1.66	138.22	1006.68	24.46	75.67	195.58
24/03/2020	1.97	131.25	1006.18	24.23	74.17	207.05
25/03/2020	1.97	111.93	1004.65	23.56	75.81	109.25
26/03/2020	1.43	117.89	1004.04	23.17	77.01	142.02
27/03/2020	1.42	154.04	1003.22	23.92	71.08	165.66
28/03/2020	1.78	153.08	1003.83	24.19	66.41	231.44
29/03/2020	1.51	149.09	1004.50	23.64	70.76	219.70
30/03/2020	1.58	135.68	1004.96	22.35	75.96	169.63
31/03/2020	1.52	146.60	1004.32	23.09	71.61	201.99
01/04/2020	1.40	140.68	1005.52	23.81	71.28	227.00
02/04/2020	1.69	132.45	1005.32	23.81	71.79	235.65
03/04/2020	2.03	85.64	1003.18	22.68	77.24	168.29
04/04/2020	1.15	123.46	1001.80	23.05	77.07	221.58
05/04/2020	2.28	109.43	1004.62	23.74	73.37	221.56
06/04/2020	1.91	135.92	1004.61	24.55	72.81	226.51
07/04/2020	1.50	119.14	1004.55	24.49	70.91	126.82
08/04/2020	1.83	132.50	1005.22	24.36	68.67	220.37
09/04/2020	1.65	144.21	1004.61	25.24	65.83	195.36
10/04/2020	1.50	139.48	1004.54	24.02	70.63	160.35
11/04/2020	1.44	135.35	1006.53	23.16	74.95	147.28
12/04/2020	1.54	136.08	1008.12	23.35	72.01	154.18
13/04/2020	1.59	133.88	1007.78	23.69	68.18	183.78
14/04/2020	1.13	118.23	1007.77	23.17	66.23	130.07
15/04/2020	1.53	144.68	1007.15	25.51	57.56	198.39
16/04/2020	1.17	171.71	1007.67	23.86	64.17	216.32
17/04/2020	1.50	154.86	1007.48	22.68	69.63	216.63

18/04/2020	1.71	132.04	1007.55	22.66	67.97	182.01
19/04/2020	1.73	120.53	1007.79	21.91	68.77	206.05
20/04/2020	1.25	147.00	1007.09	21.76	68.79	180.88
21/04/2020	1.68	138.52	1006.56	21.17	70.74	218.93
22/04/2020	1.13	125.31	1006.79	20.82	71.92	154.65
23/04/2020	1.64	112.78	1007.21	21.50	68.94	201.87
24/04/2020	1.62	142.21	1006.64	21.14	69.19	210.71
25/04/2020	1.66	141.67	1007.18	21.78	69.24	200.63
26/04/2020	1.85	133.90	1007.76	22.14	68.35	163.28
27/04/2020	1.43	156.41	1007.47	22.12	64.52	122.18
28/04/2020	1.81	119.28	1006.78	21.62	67.92	157.02
29/04/2020	1.11	94.68	1007.50	20.81	71.72	67.28
30/04/2020	2.24	107.93	1007.62	20.99	69.79	193.89
01/05/2020	2.31	103.73	1006.85	21.56	69.51	195.53
02/05/2020	1.75	138.37	1007.40	21.45	69.50	204.59
03/05/2020	1.61	131.69	1005.82	21.24	71.38	175.40
04/05/2020	1.00	133.59	1005.56	20.80	73.69	57.68
05/05/2020	1.46	139.17	1004.67	21.16	70.86	148.23
06/05/2020	1.70	116.11	1005.07	20.57	72.23	163.44
07/05/2020	1.58	138.76	1005.76	20.97	72.03	189.36
08/05/2020	1.45	143.33	1006.07	20.34	75.07	191.48
09/05/2020	1.83	130.62	1005.82	20.40	75.24	185.46
10/05/2020	1.41	116.74	1006.81	20.85	71.65	69.58
11/05/2020	0.71	115.69	1008.30	20.38	73.06	58.46
12/05/2020	1.70	145.88	1009.12	20.27	71.21	193.00
13/05/2020	1.19	156.77	1008.72	20.36	72.71	123.23
14/05/2020	1.16	151.75	1007.39	20.56	72.38	85.88
15/05/2020	1.88	110.43	1005.86	19.87	72.62	168.54
16/05/2020	1.02	107.77	1005.82	19.26	72.23	94.97
17/05/2020	0.98	129.50	1005.93	19.54	72.60	184.65
18/05/2020	1.46	125.39	1007.70	19.98	72.13	173.91
19/05/2020	1.99	130.05	1007.74	19.55	70.87	166.57
20/05/2020	1.67	152.79	1007.96	19.20	69.67	186.47
21/05/2020	1.99	152.20	1008.66	18.79	70.57	179.13
22/05/2020	1.69	142.24	1007.65	19.69	67.59	163.53
23/05/2020	1.93	88.53	1007.76	18.98	71.41	168.43
24/05/2020	1.81	73.97	1006.46	18.79	73.53	145.49
25/05/2020	1.45	125.75	1005.16	18.55	73.88	179.24
26/05/2020	1.14	127.16	1005.51	18.31	78.11	132.67
27/05/2020	0.60	152.60	1006.36	18.35	81.08	59.33
28/05/2020	0.80	135.98	1008.32	19.21	79.74	84.38

29/05/2020	0.54	169.68	1009.02	19.57	78.61	58.62
30/05/2020	1.43	144.29	1008.78	20.74	75.39	167.08
31/05/2020	0.86	186.13	1009.49	20.56	75.68	61.60

CONTAMINANTES CRITERIO CON TIMEAVERAGE = 24 HOUR

Date	PM10	PM2.5	SO2	NO2	O3
01/02/2020	43.31	10.93	15.22	5.56	17.51
02/02/2020	44.51	10.92	16.11	5.43	18.36
03/02/2020	31.13	9.62	26.84	6.56	17.11
04/02/2020	51.97	11.84	19.19	6.22	20.12
05/02/2020	54.61	14.15	18.92	6.60	20.16
06/02/2020	65.92	17.60	47.16	5.77	18.46
07/02/2020	75.10	16.69	18.45	5.47	19.88
08/02/2020	47.09	13.53	33.62	6.64	19.02
09/02/2020	39.05	12.87	46.88	5.59	19.15
10/02/2020	47.97	10.93	15.84	5.58	20.16
11/02/2020	73.44	13.35	15.66	7.01	18.35
12/02/2020	69.81	18.47	45.97	6.70	15.02
13/02/2020	82.71	17.27	24.41	6.87	17.05
14/02/2020	57.21	15.38	33.11	8.05	14.61
15/02/2020	70.57	21.71	46.52	5.92	13.08
16/02/2020	48.99	16.09	41.86	5.82	13.08
17/02/2020	36.88	10.37	12.25	4.72	15.37
18/02/2020	48.11	13.88	19.54	5.78	15.79
19/02/2020	59.05	15.92	22.50	6.34	13.89
20/02/2020	68.31	15.47	48.10	5.98	11.50
21/02/2020	65.99	16.95	31.74	6.12	12.21
22/02/2020	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
23/02/2020	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
24/02/2020	36.92	4.13	8.44	4.54	11.83
25/02/2020	92.28	12.39	25.17	5.99	7.59
26/02/2020	39.81	10.19	15.91	5.68	8.26
27/02/2020	60.73	11.43	29.89	5.69	7.94
28/02/2020	46.63	11.13	20.00	6.00	10.09
29/02/2020	46.08	10.85	26.89	6.28	13.47
01/03/2020	27.58	8.71	12.55	4.62	16.10

02/03/2020	71.22	14.72	18.57	4.89	15.57
03/03/2020	38.64	9.49	18.16	4.31	18.82
04/03/2020	42.24	9.91	10.09	4.72	19.19
05/03/2020	47.68	10.15	13.38	5.10	22.19
06/03/2020	36.11	13.15	48.87	5.77	18.15
07/03/2020	43.76	12.20	25.60	7.05	17.74
08/03/2020	49.41	14.46	28.18	5.59	18.38
09/03/2020	66.55	17.75	30.91	5.52	15.25
10/03/2020	55.27	17.15	129.88	5.17	17.64
11/03/2020	55.12	13.12	17.91	5.31	18.74
12/03/2020	37.28	10.32	11.93	4.53	16.37
13/03/2020	40.71	9.95	20.94	5.36	16.42
14/03/2020	66.49	20.35	46.75	6.28	16.11
15/03/2020	83.79	21.24	10.86	5.02	12.47
16/03/2020	53.71	11.51	9.41	5.07	14.51
17/03/2020	72.78	18.62	17.48	6.02	12.65
18/03/2020	61.62	20.11	44.37	7.34	13.43
19/03/2020	44.69	12.73	29.84	4.52	14.20
20/03/2020	86.08	23.75	17.82	4.86	15.51
21/03/2020	51.13	13.82	18.80	4.56	16.01
22/03/2020	38.24	12.61	22.81	4.35	13.41
23/03/2020	45.95	14.86	26.17	4.31	12.17
24/03/2020	62.12	16.84	32.13	4.71	12.03
25/03/2020	90.10	24.29	32.39	4.29	12.15
26/03/2020	61.34	16.70	24.00	4.81	13.48
27/03/2020	35.66	9.20	19.64	4.13	14.88
28/03/2020	22.57	8.11	20.97	3.98	17.97
29/03/2020	61.38	14.87	20.35	4.07	16.01
30/03/2020	86.51	23.41	36.35	5.49	13.86
31/03/2020	56.95	18.23	66.55	5.73	14.13
01/04/2020	50.00	15.23	18.36	5.05	14.39
02/04/2020	47.12	17.81	54.63	5.59	15.57
03/04/2020	76.42	17.98	20.67	4.60	14.64
04/04/2020	48.38	14.23	11.63	4.61	14.99
05/04/2020	64.62	15.76	19.00	4.13	12.64
06/04/2020	68.38	24.08	31.28	5.35	12.28
07/04/2020	94.73	28.42	16.09	4.84	12.72
08/04/2020	46.90	14.92	24.94	4.26	13.15
09/04/2020	44.07	12.38	9.72	3.64	14.29
10/04/2020	35.93	12.37	14.62	4.11	14.91
11/04/2020	29.72	9.87	17.32	4.97	15.54

12/04/2020	51.44	15.48	24.79	4.63	14.86
13/04/2020	54.22	14.46	14.94	4.19	17.59
14/04/2020	56.83	15.33	18.61	4.82	16.98
15/04/2020	39.50	12.86	49.92	5.68	19.83
16/04/2020	71.11	18.88	57.54	5.53	18.45
17/04/2020	NaN	10.94	29.02	4.05	17.79
18/04/2020	NaN	12.36	31.72	5.00	16.29
19/04/2020	NaN	16.47	24.59	5.29	15.08
20/04/2020	NaN	15.51	25.58	4.58	15.79
21/04/2020	NaN	12.18	19.40	4.47	17.51
22/04/2020	NaN	14.69	21.43	5.37	15.44
23/04/2020	NaN	10.12	11.20	3.90	16.88
24/04/2020	NaN	8.95	21.70	4.52	15.42
25/04/2020	NaN	11.28	37.30	4.62	16.13
26/04/2020	NaN	11.05	20.13	4.38	18.31
27/04/2020	52.03	10.20	19.18	4.14	23.02
28/04/2020	29.95	10.43	22.50	5.65	18.76
29/04/2020	53.27	10.10	9.54	6.19	21.89
30/04/2020	38.95	9.05	8.33	4.68	25.27
01/05/2020	26.03	7.33	7.71	3.75	26.45
02/05/2020	23.34	8.83	15.99	4.27	23.82
03/05/2020	34.65	11.82	15.96	4.54	19.83
04/05/2020	75.32	20.79	21.58	5.64	17.06
05/05/2020	49.17	16.93	30.52	4.94	21.97
06/05/2020	42.01	15.25	20.02	4.38	20.45
07/05/2020	40.85	16.22	33.68	4.56	18.96
08/05/2020	60.55	21.82	40.18	5.78	16.95
09/05/2020	59.36	20.91	36.56	4.55	15.68
10/05/2020	40.68	15.58	7.87	3.58	18.42
11/05/2020	65.56	24.14	21.96	6.30	14.23
12/05/2020	41.91	19.34	16.89	4.32	18.09
13/05/2020	41.01	18.84	37.03	4.55	18.67
14/05/2020	47.80	19.02	18.63	5.01	18.70
15/05/2020	41.67	16.15	11.17	4.61	20.45
16/05/2020	55.18	25.68	12.12	4.83	21.87
17/05/2020	47.44	18.51	13.00	4.38	23.51
18/05/2020	33.89	14.78	13.91	4.11	23.43
19/05/2020	32.24	9.80	7.91	3.82	26.14
20/05/2020	29.82	13.03	13.18	4.20	26.73
21/05/2020	24.91	12.01	32.55	4.13	24.16
22/05/2020	25.64	11.47	7.54	3.79	29.73

23/05/2020	40.48	13.47	9.52	4.18	30.68
24/05/2020	37.81	10.67	7.24	4.76	31.69
25/05/2020	37.29	20.12	18.43	4.75	27.23
26/05/2020	33.06	18.12	9.65	4.54	24.11
27/05/2020	56.33	33.65	28.80	6.12	14.43
28/05/2020	68.00	25.10	17.37	5.86	16.14
29/05/2020	61.22	24.84	20.49	6.91	17.41
30/05/2020	61.37	19.27	18.20	5.69	17.03
31/05/2020	46.76	13.98	18.88	5.10	17.07

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : Jonas Augusto Ramos Condori
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 43133609
Correo electrónico : jramos.psb@gmail.com
Teléfono/Celular : 929786232

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado ( )
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía (X)
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis ( )
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico (X)

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: "APLICACIÓN DEL PAQUETE OPENAIR EN RSTUDIO PARA EL ANALISIS DE CALIDAD DEL AIRE Y GENERACION DE GRAFICOS ESPECIALIZADOS"

b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.07.00
c) Fecha de publicación: 2022

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : MARIO ROMAN FLORES ROQUE
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 04646530
c) ORCID : 0000-0002-6878-3799

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 43133609
NOMBRES Y APELLIDOS : JONAS AUGUSTO RAMOS CONDORI

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito de mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....



DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 43133609

NOMBRES Y APELLIDOS : JONAS AUGUSTO RAMOS CONDORI

FECHA : 2022