

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“RELACIÓN DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS Y LA
CONCENTRACIÓN DE PM10 Y PM2.5 EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA
EN EL MES DE DICIEMBRE 2017”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

HUAMAN ESCALANTE, CLARA INÉS

**Villa El Salvador
2018**

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su confianza en todo momento. Quienes son la razón de mi vida y me enseñan a salir adelante día a día.

A mis hermanos por sus palabras de fuerza y consejos para ser una mejor profesional cada día, y por enseñarme a ser perseverante y luchar hasta alcanzar nuestros objetivos.

A mis tíos y todo aquel que confió en mí y hoy le demuestro que sí, se puede lograr.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento:

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, por las oportunidades de darme una casa de estudio, que me formó profesionalmente.

A mis profesores, por su exigencia en el estudio durante mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros de la universidad, y a todas las personas que siempre me dieron palabras de aliento en todo momento de mi vida universitaria.

INDICE

INTRODUCCION	6
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	7
1.2 Justificación del Problema	9
1.3 Delimitación del Proyecto	10
1.3.1 Teórica	10
1.3.2 Temporal.....	10
1.3.3 Espacial.....	11
1.4. Formulación del Problema.....	13
1.4.1. Problema General	13
1.4.2. Problemas específicos	13
1.5. Objetivos.....	14
1.5.1. Objetivo General.....	14
1.5.2. Objetivos Específicos	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	15
2.1.1. Antecedente Nacional.....	15
2.1.2. Antecedentes Internacionales	16
2.2. Bases Teóricas.....	17
2.2.1. Aire atmosférico.....	17
2.2.2. Contaminación del aire.....	18
2.2.3. Material Particulado	21
2.2.4. Meteorología	22
2.2.5. Normativa Nacional.....	24
2.2.6. Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire y Estaciones Meteorológicas como Fuentes de Información.....	25
2.2.7. Correlaciones	28
2.3. Definición de términos básicos	29
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL OBJETIVO DE TRABAJO DE SUFICIENCIA	32
3.1. Origen de datos - Estación de la calidad de aire de Puente Piedra	32
3.2. Metodología	36

3.2.1. Obtención de datos	36
3.2.2. Validación de datos.....	37
3.3.4. Método de análisis de datos.....	38
3.4. Resultados	39
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS	44
ANEXO N°1: Página Web de Senamhi	44
ANEXO N°2: Ejemplo de Etapa 1 – Codificación sin Registro	45
ANEXO N°3: Etapa 3 – Cambios Bruscos	46
ANEXO N°4: Análisis de Datos en SPSS	47

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación de la zona de estudio – Distrito de Puente Piedra

Figura 2: Fuentes de Emisión de contaminantes

Figura 3: Mapa de Ubicación de estaciones de Monitoreo de la Calidad del Aire en Lima Metropolitana

LISTADO DE TABLA

Tabla 1: Componentes principales del aire componente

Tabla 2: Principales contaminantes del aire y sus efectos a la salud

Tabla 3: Límites Máximos de Concentración de PM10 y PM2.5

Tabla 4: Normativa de calidad de aire nacional

Tabla 5: Información general de la Estación Puente Piedra

Tabla 6: Parámetros contaminantes de la Estación Puente Piedra

Tabla 7: Parámetros meteorológicos de la Estación Puente Piedra

Tabla 8 : Estadísticos Descriptivos

Tabla 9: Correlaciones de Variables Meteorológicas y Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es una problemática ambiental que repercute tanto en el ambiente como en la salud de las personas, las mismas que desarrollan dentro de su entorno diversas actividades económica sociales que representan en mayor cantidad a las industrias y transportes en las zonas urbanas, y que constantemente emiten diversas sustancias que al estar en contacto con el ambiente generan otras especies aún más contaminantes. Para que esta interacción entre contaminantes se manifieste, las condiciones que presenta la atmosfera, es un factor importante ya que ocurre dentro de ella diferentes fenómenos que permiten y contribuyen a las formaciones de nuevas especies de contaminantes.

De allí nace la idea de poder controlar y tener información sobre la calidad del aire. Actualmente muchas ciudades con alta actividad industrial y sobre todo en centros urbanos cuentan un Sistema de Vigilancia de Calidad de Aire que permite saber las condiciones tanto meteorológicas y de la presencia de contaminantes en la atmósfera.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

El evidente deterioro de la calidad del aire guarda una relación con el desarrollo económico y las actividades antropogénicas; esto provocado por las diversas fuentes de contaminación como el sistema de transporte, la quema de desechos, las centrales eléctricas y las actividades industriales, sumándose a estas causas los fenómenos naturales que también contribuyen a la contaminación del aire. El porcentaje de la población mundial que vive en estos escenarios de contaminación, representan el 92% ya que exceden los niveles de calidad del aire, según los límites fijados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). La situación se agudiza al conocer que unas 3 millones de personas mueren al año por causas relacionadas a la contaminación de aire de exteriores, siendo los niños, mujeres y personas de edad avanzada los más afectados (Organización Mundial de la Salud, 2016).

Los contaminantes del aire más importantes para la salud son material particulado (PM), tanto PM10 y PM 2.5, que pueden ingresar profundamente en los pulmones y causarle daños en la superficie (Organización Panamericana de la Salud, 2017).

En el Perú mueren 4,239 personas al año a causa de alguna enfermedad relacionada a la contaminación del aire según cifras del 2012 (OMS, 2017). Siendo Lima Metropolitana una de las zonas con más actividad antropogénica, y que contribuye a la contaminación del aire; se instaló un sistema de vigilancia de la calidad del aire para los distritos más representativos, de los cuales el distrito de Puente Piedra reflejaba la contaminación por material particulado. En el año 2015 este distrito fue de uno de los que presentó las mayores concentraciones de material particulado menor a 10 y 2.5 micrómetros de la zona norte de Lima Metropolitana y que sobrepasó en varias oportunidades el ECA con concentraciones de 286.1 y 49.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente en el año 2015 (Sanchez & Ordoñez, 2016).

Estas concentraciones que derivan de actividades que generan emisiones, en interacción con el ambiente, y en el cual el ser humano está notablemente inmerso, trae consigo efectos en los centros en su mayoría urbanos y en la salud de la población; por lo cual ha sido relevante entender los fenómenos que ocurren dentro de la atmósfera del distrito de Puente Piedra y determinar el grado de relación entre las variables meteorológicas y la concentración del material particulado.

1.2 Justificación del Problema

La contaminación atmosférica es un problemática en donde la meteorología tiene mucha importancia, y sumado la preocupación por la salud de la población, en muchos centros urbanos a nivel mundial se instalaron diversos sistemas de monitoreo de contaminantes y estaciones meteorológicas en los puntos más críticos de las ciudades, y que actualmente sirven como herramientas adecuadas e indispensables para el control de la calidad del aire. Para algunos autores como Bustos (como se citó en Bazante,2015), un sistema de vigilancia de calidad de aire es sólo una parte de la gestión del recurso ya que se requiere un conocimiento apropiado de la interacción de la contaminación ambiental y las relaciones que guarda con factores como las condiciones atmosféricas.

De acuerdo con la datos de información de las redes de monitoreo, el contaminante de calidad del aire que presenta mayores concentraciones en la atmósfera es el PM10 y PM 2.5, además de ser uno de los principales responsables de las enfermedades respiratorias en diversas ciudades como Lima Metropolitana.

Con base en lo anterior y el actual problema de contaminación en Lima Metropolitana, el distrito de Puente Piedra cuenta con una estación de calidad de aire y una estación meteorológica controlada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), que registra diariamente altas concentraciones de material particulado menores a 10 micras (Sanchez & Ordoñez, 2016). Los informes publicados por SENAMHI enfocan su atención en el cumplimiento de la normativa ambiental, como también en las variaciones observadas en un periodo de tiempo. Si bien se da a conocer

solo un efecto general, no se da una formación detallada de las relaciones entre las concentraciones de contaminantes y las variables meteorológicas de manera específica o con un análisis específico.

El presente trabajo de investigación pretende analizar la serie de datos ofrecidos por el Sistema de Vigilancia de calidad del aire en el mes de Enero y hacer un acercamiento al efecto producido por la variabilidad meteorológica en las concentraciones de contaminantes del aire por PM2.5 y PM 10 en el distrito Puente Piedra, para obtener una mejor comprensión de cómo las variables influyen sobre las concentraciones de los contaminantes atmosféricos y establecer una base que permita generar nuevos estudios en el futuro.

1.3 Delimitación del Proyecto

1.3.1 Teórica

El estudio del presente trabajo tiene como finalidad, determinar el grado de asociación entre las concentraciones de material particulado y las variables meteorológicas.

1.3.2 Temporal

El periodo de estudio fue de 31 días, correspondientes al mes de Diciembre del 2017, obteniendo de la Estación de la calidad de aire de Puente Piedra – SENAMHI, los parámetros antes mencionados de manera horaria desde las 0: 00 hasta 23:00 horas por cada día.

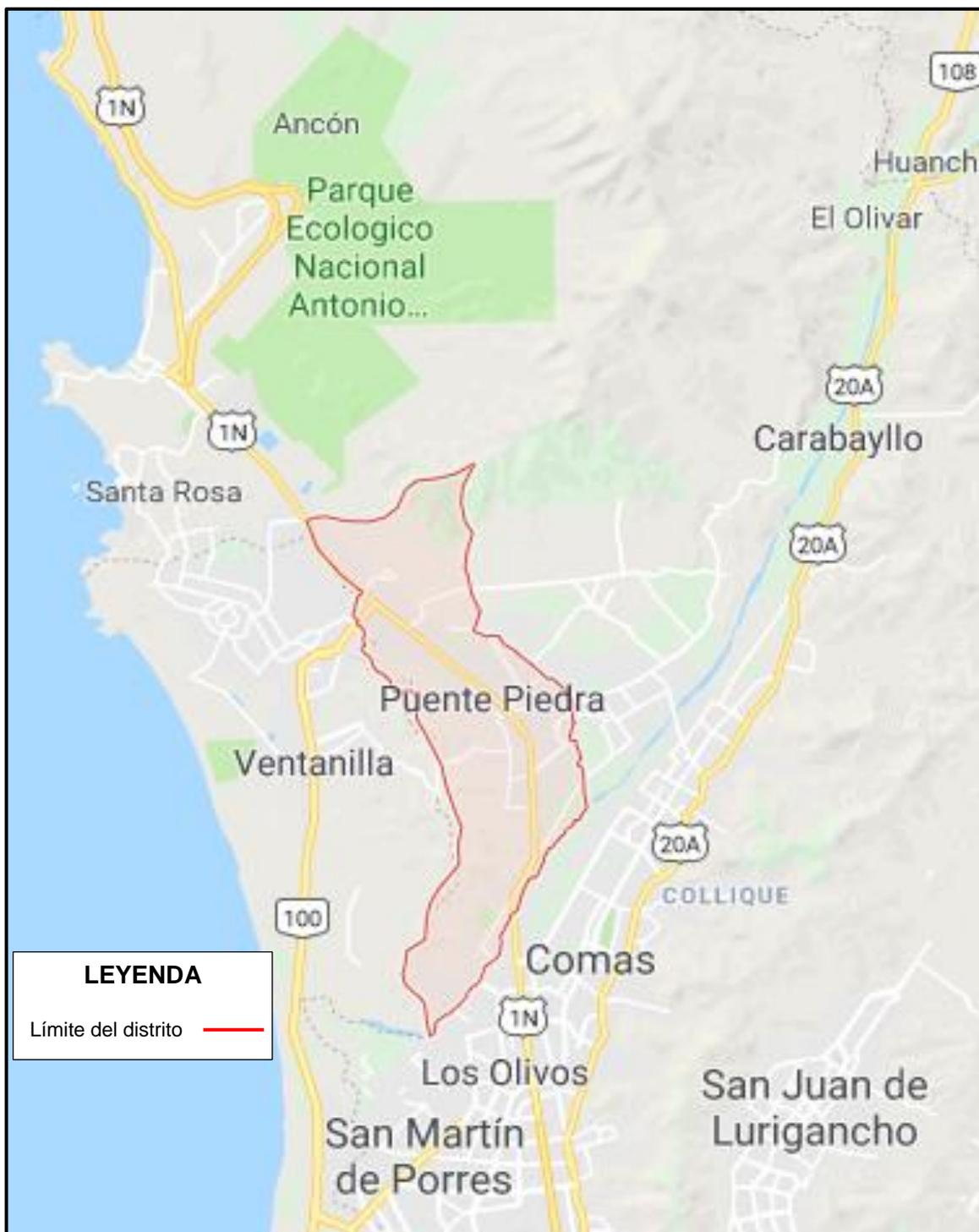
1.3.3 Espacial

La zona de estudio a evaluar es el distrito de Puente Piedra perteneciente al Cono Norte de Lima Metropolitana, se encuentra en la Costa Central del Perú, ubicado entre los kilómetros 22 y 35 de la Carretera Panamericana Norte, en las coordenadas $7^{\circ} 05' 05''$ Longitud Oeste $11^{\circ} 52' 05''$ Latitud Sur.

Los límites de la zona de estudio son los siguientes:

- a) Por el norte limita con: Ancón.
- b) Por el sur limita con: Los Olivos y Comas.
- c) Por el este limita con: Carabaylo.
- d) Por el oeste limita con: Ventanilla.

Figura 1: Mapa de Ubicación de la zona de estudio – Distrito de Puente Piedra



Fuente: Google. (s.f). [Mapa de ubicación de Distrito de Puente Piedra en Google maps]. Consultado el 4 de febrero, 2017, de: www.googlemaps.com

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

¿Cuál es la relación de las variables meteorológicas y la concentración de los parámetros de la calidad de aire P.M.10 y P.M. 2.5 en el distrito de Puente Piedra en el mes de Diciembre del 2017?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el grado de asociación de la temperatura y las concentraciones de PM10 y PM2.5 en el distrito de Puente Piedra en el mes de Diciembre del 2017?

- ¿Cuál es el grado de asociación de la dirección y velocidad del viento en las concentraciones de PM10 y PM2.5 en el distrito de Puente Piedra en el mes de Diciembre del 2017?

- ¿Cuál es el grado de asociación de la humedad relativa y las concentraciones de PM10 y PM2.5 en el distrito de Puente Piedra en el mes de Diciembre del 2017?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la relación de las variables meteorológicas y la concentración de los parámetros de la calidad de aire PM10 y PM2.5 en el distrito de Puente Piedra en el mes de Diciembre del 2017.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Analizar el grado de asociación de la temperatura en las concentraciones de PM10 y PM2.5 en el distrito de Puente Piedra en el mes de Diciembre del 2017.

- Analizar el grado de asociación de la dirección y velocidad del viento en las concentraciones de PM10 y PM2.5 en el distrito de Puente Piedra en el mes de Diciembre del 2017.

- Analizar el grado de asociación de la humedad relativa en las concentraciones de PM10 y PM2.5 en el distrito de Puente Piedra en el mes de Diciembre del 2017.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedente Nacional

Dextre E. (2016) desarrolló en su tesis el "Comportamiento de las variables meteorológicas y su relación con la calidad de aire por material particulado PM2.5, San Juan de Lurigancho – 2016" el cual tuvo por objetivo el evaluar la relación de las variables meteorológicas con la calidad de aire por PM2.5, para lo cual se hizo uso de los equipos de la Estación meteorológica Automática Davis modelos Wizard Vantage Pro y Monitor de Atenuación Beta 5014i PM2.5 (SENAMHI) durante 30 días. Se llegó a concluir que las variables meteorológicas y la calidad de aire PM2.5 no guardaban relación significativa. Sin embargo se obtuvieron correlaciones débiles; en el caso de la temperatura presentó en el turno de la mañana -0.245, por la tarde -0.144, y en la noche -0.424 en relación con el PM 2.5; con respecto a la humedad relativa se observó una

correlación positiva débil en la mañana de 0,237, tarde de 0.188 y por la noche de 0.418 frente al material particulado PM2.5.; finalmente para la variable de velocidad del viento se obtuvo una correlación positivo débil en la mañana de 0,048 y en la tarde de 0.232, y en el caso de la noche de -0.235 una correlación negativo débil con el PM2.5.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Bazante P. (2015) para obtener el título de Ingeniero Ambiental realizó el trabajo de investigación "Análisis de la concentración de contaminantes atmosféricos de origen primario y mixto en relación a la variación de las condiciones meteorológicas en el Distrito Metropolitano de Quito". El objetivo de esta investigación fue analizar entre los años 2006 y 2012, cuatro contaminantes atmosféricos (CO, SO₂, NO₂, PM_{2.5}) con el comportamiento de cuatro variables meteorológicas (velocidad de viento, temperatura, radiación solar, precipitación), se utilizó información provista por la Red Automática y la Red Meteorológica de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito. Se concluyó que a pesar de las temperaturas bajas, la velocidad del viento disminuyó la concentración de contaminantes netamente primarios, sin embargo el PM 2.5 no presentó reducción en sus concentraciones. En horas de oscuridad, la temperatura redujo las concentraciones de los contaminantes primarios, y en horas de sol generó reducciones de contaminantes mixtos. La precipitación presentó una dinámica en la reducción de concentraciones de contaminantes ya sea por su ausencia, que no necesariamente significaba reducción de contaminantes; o presencia como el NO₂ que

puede aumentar su concentración en la atmósfera, y finalmente con respecto a la radiación solar hay una mayor dinámica con el NO₂.

Por otro lado, González M. y Torres C. (2015) en la investigación sobre la "Incidencia de las variables meteorológicas en el comportamiento de la concentración de PM₁₀ y NO_x" en un periodo trimestral del año 2013 en la ciudad de Bogotá D.C, tuvo como fin determinar la relación entre los parámetros meteorológicos como la humedad relativa y temperatura, y las concentraciones de PM₁₀ y NO_x registradas en el Sistema de vigilancia de Calidad del Aire de la Universidad Distrital, sedes ASAB y Tecnológica. Por medio de gráficas se establecieron las correlaciones de los contaminantes y las variables meteorológicas. El resultado promedio para la concentración del NO_x durante los tres meses fue de 142.83 µg/m³, en tanto las concentraciones promedios de la temperatura y humedad relativa fueron, 15.87°C y 65.65% en el mes de Junio, 14.73°C y 67.03% en Julio y para agosto 16.13°C y 71.51% durante cada uno de los meses.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Aire atmosférico

El aire atmosférico es una mezcla de gases, sus componentes naturales son nitrógeno, oxígeno y algunos gases inertes o nobles. La concentración de bióxido de carbono y de vapor de agua es variable, dependiendo del lugar y el tiempo.

Tabla 1: Componentes principales del aire componente

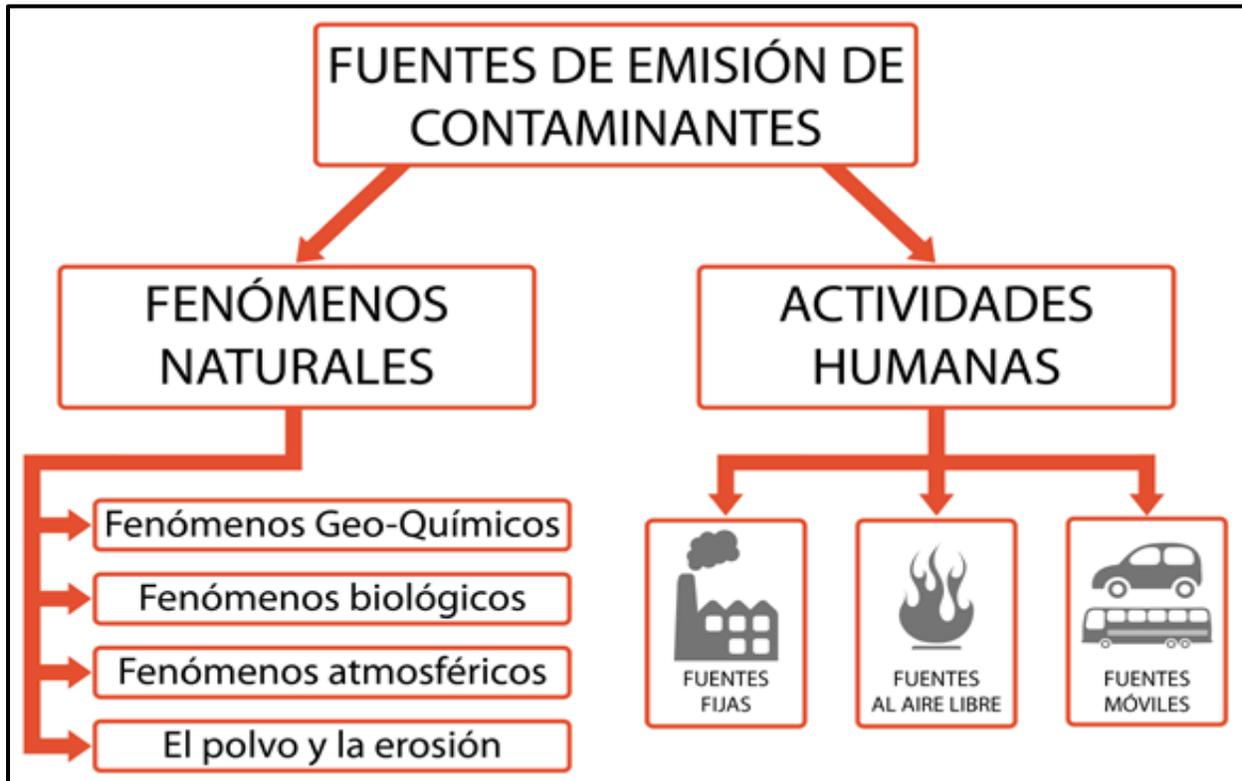
COMPONENTE	VOLUMEN, %	PESO, %
Nitrógeno, (N ₂)	78,03	75,58
Oxígeno, (O ₂)	20,99	23,08
Argón, (Ar)	0,94	1,28
Bióxido de carbono, (CO ₂)	0,035	0,053
Neón, (Ne)	0,0024	0,0017
Otros gases inertes	0,0024	0,0017
Hidrógeno, (H ₂)	0,00005	0,000004

Fuente: Contaminación del aire, Diaz R.

2.2.2. Contaminación del aire

La contaminación del aire se produce cuando se altera el equilibrio de una sustancia que compone la atmósfera o cuando se emiten sustancias extrañas a la composición natural de la misma, las cuales son producidas principalmente por la actividad humana (MINAM).

Figura 2: Fuentes de Emisión de contaminantes



Fuente: Aire Limpio para todos, MINAM.

Las fuentes de emisión antropogénicas según el tipo de actividad o proceso que tengan emiten diversos contaminantes hacia la atmosfera. Estos al contacto con otras especies químicas irán formando nuevos contaminantes.

Tabla 2: Principales contaminantes del aire y sus efectos a la salud

CONTAMINANTE	SE PRODUCE POR	EFFECTOS A LA SALUD
Monóxido de carbono (CO)	Quema incompleta de combustibles fósiles	Afecta el transporte de oxígeno en la sangre
Dióxido de azufre (SO ₂)	Quema de combustibles con azufre y fundición de minerales	Irritación de mucosas del aparato respiratorio y reducción de la función pulmonar
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Quema de combustibles fósiles a altas temperaturas	Irritación de mucosas del aparato respiratorio, reducción de la función pulmonar y facilita infecciones respiratorias
Ozono (O ₃)	Reacción del NO ₂ con Contaminantes Orgánicos volátiles (COV) en presencia de luz solar	Irritación de las mucosas del aparato respiratorio y reducción de la función pulmonar
Partículas (PM): TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5}	Polvos, cenizas, humo de tabaco en el ambiente, condensación de vapores y derivados de las emisiones de hidrocarburos, SO ₂ y NO ₂	Agravamiento de enfermedades a los pulmones y cardíacas crónicas graves
Plomo (Pb)	Combustibles con plomo, fundición de minerales y reciclaje de baterías	Daño del sistema nervioso central, disminución de coeficiente intelectual
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	Procesos anaeróbicos, materia orgánica muerta, procesamiento de pescado para harina	Irritación de las mucosas del aparato respiratorio y reducción de la función pulmonar.
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	Quema incompleta y evaporación de combustibles fósiles, solventes, humo de tabaco en el ambiente	Depende del compuesto, siendo algunos cancerígenos

Fuente: Aire Limpio para todos, MINAM.

2.2.3. Material Particulado

Es una mezcla tanto de partículas sólidas microscópicas y gotas líquidas suspendidas en el aire (aerosoles), y se clasifica de acuerdo al tamaño de su diámetro, de la siguiente manera: partículas con diámetro menor a 10 micras, 2,5 micras y 1 micra. Se forman en la atmósfera por reacciones químicas en donde interactúan los HC, óxidos de nitrógeno (NOx) y CO, que son emitidos en su gran mayoría por vehículos. Las concentraciones de material particulado en las áreas urbanas en casi más de un 50 % provienen de las fuentes móviles. Las partículas gruesas forman parte de la corteza terrestre, polvo de las carreteras y de la industria. La mayor parte de las partículas se hallan como finos (entre 100 nm y 2,5 μm), y ultrafinos (menores a 100 nm) que también son de gran importancia (Informe Nacional de la Calidad del aire 2013 - 2014).

2.2.3.1. Impactos a la salud y al ambiente

El factor más importante para que el PM genere un impacto sobre la salud es el tamaño de la partícula ya que al disminuir el tamaño es más fácil el ingreso a las vías respiratorias: en la región extra-torácica quedo retenido el PM10, en la zona traqueo-bronquial las partículas con tamaño entre 2.5 y 10 μm (PM10-PM2.5) y en los loa alvéolos pulmonares las de menor diámetro a 2.5 μm . Esto genera diversas afecciones cardiovasculares, exacerbación de episodios de asma, cáncer de pulmón y otras enfermedades pulmonares (Gobierno de Aragón).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) las concentraciones de pequeñas partículas (PM10 y PM2.5) traen consigo a diario y largo paso el aumento de mortalidad y morbilidad; incluso en muy bajas concentraciones; se han observado daños para la salud, no pudiendo determinar aún la concentración que no produzca daños. Por lo cual OMS estableció los límites en la directriz de 2005 para lograr las concentraciones de partículas más bajas posibles.

Tabla 3: Límites Máximos de Concentración de PM10 y PM2.5

PARAMETRO	media anual	media en 24h
PM2.5	10 µg/m ³	25 µg/m ³
PM10	20 µg/m ³	50 µg/m ³

Fuente: OMS (2005)

También se presenta efectos sobre el ambiente derivados de la capacidad de algunos aerosoles de absorber, dispersar y reflejar radiación. También pueden modificar el campo de visibilidad, influir en los ecosistemas (fertilización, acidificación, etc) y degradar materiales de construcción (Gobierno de Aragón).

2.2.4. Meteorología

La atmosfera es estudiada por la meteorología, tanto sus propiedades y los fenómenos que ocurren dentro de ella. El estudio de la atmósfera se centra en el análisis de una serie variables meteorológicas, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo (Rodríguez, Benito y Portela, 2004).

2.2.4.1. Influencia de las variables meteorológicas en la contaminación atmosférica

Las variables meteorológicas influyen en el transporte y dispersión de los contaminantes. Estas variables en asociación con las emisiones contaminantes, generan efectos negativos en la calidad del aire y en la salud de la población (Cortés, J. 2013).

Las variables meteorológicas de mayor interés son:

- Dirección y velocidad del viento: se origina por una diferencia de presión, desde una zona de alta presión a una de baja presión; o de temperatura, cuando una masa de aire con una temperatura mayor a la del ambiente aumenta su volumen y asciende porque se vuelve menos densa y otras masas de aire ocuparán su lugar que en su desplazamiento ocasionarán viento (Rodríguez, et al.,2004).

El transporte y dispersión de contaminantes atmosféricos como el material particulado se debe a la acción de la velocidad, mientras que la dirección del viento orienta el transporte y dispersión de los contaminantes (Cortés, J. 2013).

- Temperatura: El estado de la atmósfera puede ser descrita por la temperatura, la temperatura del aire varía entre el día y la noche, y entre una zona geográfica y otra; se puede encontrar temperaturas máximas y mínimas dentro de un periodo de tiempo con los valores más altos y más bajos. (Rodríguez, et al.,2004).
- La temperatura genera condiciones para la formación de contaminantes secundarios por reacción de contaminantes primarios en la atmósfera (Cortés, J. 2013).

- Humedad relativa y Precipitación: La humedad relativa representa lo cerca que está una masa de aire de alcanzar la saturación (Rodríguez, et al., 2004). La acción en procesos de lavado atmosférico puede influir en la concentración de contaminantes en el aire (Cortés, J. 2013).

2.2.5. Normativa Nacional

Dentro de la normativa de la calidad del aire que en el Perú tenemos, estas son las que aplican en base al tema de estudio:

Tabla 4: Normativa de calidad de aire nacional

NORMATIVA	CONTENIDO
Ley N° 28611 La Ley General del Ambiente	Art. 118 de la Protección de la calidad del aire, que las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de contaminantes, debiendo aplicarse planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente.
Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	Art. 4 señala que las funciones ambientales de las entidades con competencias ambientales se ejercen en forma coordinada, descentralizada y desconcentrada con sujeción a la Política Nacional del Ambiente, el Plan y la Agenda Nacional y a las normas e instrumentos de carácter transectorial. La gestión ambiental en materia de Calidad del Aire se sustenta en estas dos leyes.

Resolución Directoral N°1404/2005/DIGESA/SA	Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos; Para aplicación de la DIGESA en el marco de sus competencias como entidad encargada del monitoreo permanente de la calidad del aire.
La Ley N° 24031 la Ley del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI	Art 2. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, tiene por finalidad planificar, organizar, coordinar, normar, dirigir y supervisar las actividades meteorológicas, hidrológicas y conexas, mediante la investigación científica, la realización de estudios y proyectos y la prestación de servicios en materias de su competencia.
Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM	Art 1 Establece el Índice de Calidad del Aire – INCA. Art 2 crea el Sistema de Información de Calidad del Aire - INFO AIRE PERÚ, como parte del Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA, que consolida y difunde la información de calidad del aire que producen las instituciones públicas y privadas a través de mecanismos directos o registros históricos.
Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM	Art. 1 Aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establece Disposiciones Complementarias.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.6. Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire y Estaciones Meteorológicas como Fuentes de Información

En el Perú el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, organismo público ejecutor adscrito al Ministerio del Ambiente, tiene como finalidad generar información meteorológica, hidrológica y climática. Por ello está a cargo de la

Red Nacional de más de 900 Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas de conformidad con las normas técnicas de la Organización Meteorológica Mundial. (SENAMHI)

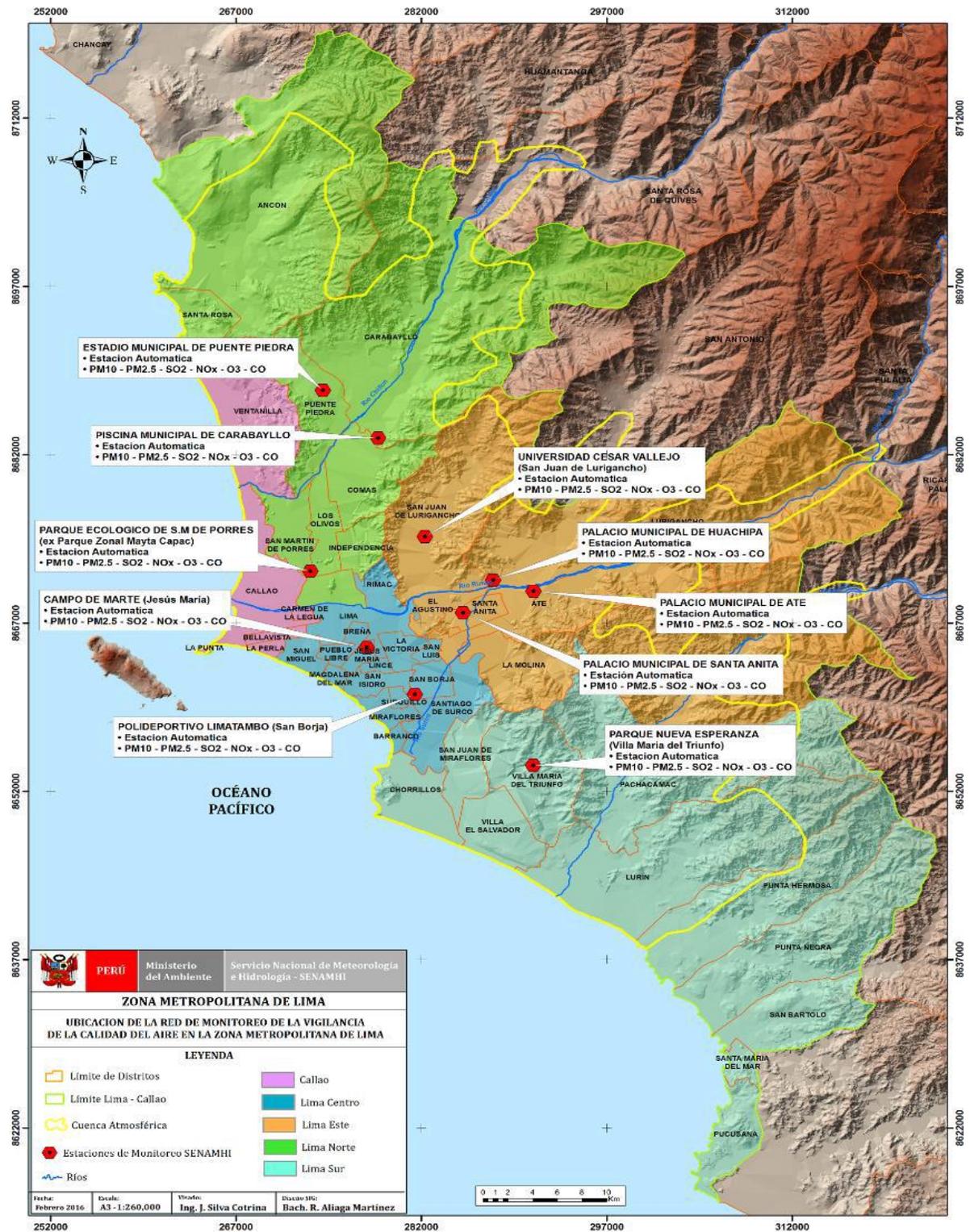
En Lima Metropolitana se cuenta con 10 estaciones de la calidad del aire y a la vez cada uno cuenta con una estación automática meteorológica.

Los contaminantes que se miden en las estaciones de monitoreo son: Material Particulado menor a 10 micras (PM10), Material Particulado menor a 2.5 micras (PM2.5), Dióxido de Azufre (SO₂), Óxidos de Nitrógeno (NO₂), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono Troposférico (O₃) ; y las variables meteorológicas: Temperatura ambiente, velocidad del viento, dirección del viento, humedad relativa del aire y precipitación.

La generación de los datos en las estaciones de calidad es transferida hacia la plataforma digital de SENAMHI de acceso público.

Figura 3: Mapa de Ubicación de estaciones de Monitoreo de la Calidad del Aire en

Lima Metropolitana



Fuente: Boletín Mensual Vigilancia de la Calidad del Aire de Lima Metropolitana, 2016.

2.2.7. Correlaciones

Las correlaciones miden cómo están relacionadas las variables o los órdenes de los rangos.

Las correlaciones bivariadas, expresan una relación lineal entre dos variables cuantitativas, es decir la dependencia entre una variable y otra a través de un coeficiente de correlación. Esta ofrece tres tipos de correlación lineal: Pearson, de Spearman y la Tau-b de Kendall con sus respectivos niveles de significación.

2.2.7.1. Correlación de Pearson

Es la medida de asociación lineal entre dos variables, no depende de las unidades de medida de las variables. El valor del coeficiente va de -1 a 1. El signo del coeficiente indica la dirección de la relación, si es positivo ambas variables disminuyen o aumentan a la vez, si es negativo cuando una aumenta otra disminuye y viceversa. Su valor absoluto indica la fuerza, cuanto más cercana este a la unidad la relación o asociación lineal es más perfecta y fuerte. Sin embargo si toma un valor de cero, hace referencia a que no existe una relación lineal pero puede haber una asociación de otro tipo.

La prueba de significación del coeficiente de correlación de Pearson puede ser de la siguiente manera:

- Bilateral (a doble cola) si no se conoce la dirección previamente.
- Unilateral (a una sola cola) si previamente se conoce la dirección de la asociación.

El nivel de significancia indica las correlaciones significativas, que está estrechamente relacionado con el nivel de confianza, dependiendo sí:

- El nivel de significación es del 5% (significación=0,05) significa que, tenemos un 5% de probabilidad de equivocarnos, y un 95% de nivel confianza. Es decir si mi valor de significación es menor o igual a 0.05 hay asociación entre las variables; si es mayor el margen de error se hace más grande porque hay mayor probabilidad de equivocarnos al señalar la asociación de variables.
- El nivel de significación es del 1% y está por debajo del 0.05 se estaría indicando una fuerte correlación.

2.3. Definición de términos básicos

Ambiente: Conjunto de todas las condiciones externas que influyen sobre la vida, el desarrollo, y en última instancia, la supervivencia de un organismo.

Coefficiente de correlación de Pearson: Es la principal medida de asociación lineal entre dos variables cuantitativas.

Contaminante: Forma de materia o energía presente en un medio al que no pertenece, o bien, por arriba de su concentración natural en un medio no contaminado.

Dirección del Viento: La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos; se desplaza de los centros de alta presión (anticiclones) hacia los de baja presión (depresiones) y su fuerza es tanto mayor cuanto mayor es el gradiente de presiones.

Dispersión de los Contaminantes: Proceso por el cual un contaminante se traslada a sitios remotos de su fuente.

Emisión: Salida de contaminantes hacia el ambiente a partir de una fuente fija o móvil.

Fuentes Naturales: Son factores que contaminan independientemente de las actividades humanas, como los vientos que producen polvaredas, las erupciones volcánicas, la erosión del suelo, los incendios forestales.

Fuentes Fijas: Es toda instalación establecida en un solo lugar y que tiene como propósito desarrollar procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Incluyen a los sectores: químico, petrolero, pinturas y tintas, de automóviles, de papel, del acero, del vidrio, de la generación de la electricidad, del cemento, etc.

Fuentes Móviles: Se consideran los vehículos automotores que circulan por carretera tales automóviles camiones, autobuses y motocicletas.

Humedad Relativa: Relación que existe entre la cantidad de vapor que tiene una masa de aire y la cantidad máxima que puede contener a esa misma temperatura.

Estación meteorológica automática: Esta estación es genéricamente conocida como Estación Meteorológica Automática (EMA). En esta estación sus instrumentos (sensores) registran automáticamente las mediciones de las variables meteorológicas.

Estándares de Calidad del Aire: Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en la presente norma.

Material Particulado: Son partículas en fase sólida o líquida que están dispersos en el aire.

Meteorología: Es la ciencia que estudia la atmósfera y los fenómenos que ocurre en ella.

Monitorear: Seguir periódicamente con mediciones la presencia de algún componente; en este caso, de un contaminante.

Norma de Calidad de Aire: La máxima concentración de una sustancia potencialmente tóxica que puede permitirse en el aire durante un período definido.

Velocidad del viento: El viento es la variable de estado de movimiento del aire. En meteorología se estudia el viento como aire en movimiento tanto horizontal como verticalmente. Los movimientos verticales del aire caracterizan los fenómenos atmosféricos locales, como la formación de nubes de tormenta.

Vigilancia: Proceso sistemático, ordenado y planificado de observación y medición de variables específicas para describir, analizar e interpretar los resultados con propósitos definidos. Cuando las variables son ambientales se habla de vigilancia ambiental y cuando están relacionadas con elementos de salud y enfermedad en las poblaciones humanas se la denomina vigilancia epidemiológica.

Variables cuantitativas: Aquellas que se miden en una escala de intervalo o de razón.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL OBJETIVO DE TRABAJO DE SUFICIENCIA

3.1. Origen de datos - Estación de la calidad de aire de Puente Piedra

Para el presente trabajo se utilizó información provista por la estación de Puente Piedra de la Zona Norte, perteneciente a la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Lima Metropolitana. Cuentan con equipos automáticos de monitoreo continuo, los cuales registran horariamente las concentraciones de los contaminantes y las variables meteorológicas más importantes para la evaluación de la calidad del aire.

Tabla 5: Información general de la Estación Puente Piedra

Información general de la Estación Puente Piedra	
Propietario	SENAMHI
Operador	Dirección de Redes de Observación y Datos
Provincia	Lima
Distrito	Puente Piedra
Ubicación	Estadio Municipal de Puente Piedra, Av. Juan Lecaros s/n, Urb. Las Vegas
Coordenadas	Lat.: 11°51'47.71" S Long.: 77°4'26.88" W - Alt.: 180 msnm.

Fuente: SENAMHI

En el siguiente cuadro se presenta el método para determinar la concentración de los contaminantes:

Tabla 6: Parámetros contaminantes de la Estación Puente Piedra

Contaminante	Método de medición	Marca
Material Particulado menor a 10 micras (PM10)	Atenuación de Rayos Beta Monitor	THERMO SCIENTIFIC 5014i
Material Particulado menor a 2.5 micras (PM2.5)	Atenuación de Rayos Beta Monitor	THERMO SCIENTIFIC 5014i
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Fluorescencia UV Analizador	TELEDYNE T100
Óxidos de Nitrógeno (NO ₂)	Quimioluminiscencia Analizador	TELEDYNE T200
Monóxido de Carbono (CO)	Infrarrojo No Dispersivo Analizador	TELEDYNE T300
Ozono Troposférico (O ₃)	Fotometría UV Analizador T400	TELEDYNE

Fuente: SENAMHI

El siguiente cuadro presenta la técnica de medición de las variables meteorológicas:

Tabla 7: Parámetros meteorológicos de la Estación Puente Piedra

Parámetro	Frecuencia	Altura de medición	Técnica de medición	Marca
Temperatura ambiente (Temperatura - °C)	Horario	1 m.	Automático	VAISALA
Velocidad del viento (Vel. viento - m/s)	Horario	1 m.	Automático	VAISALA
Dirección del viento (Dir. viento - °)	Horario	1 m.	Automático	VAISALA
Humedad relativa del aire (Humedad relativa - %)	Horario	1 m.	Automático	VAISALA
Precipitación	Horario	1 m.	Automático	VAISALA

Fuente: SENAMHI

3.2. Metodología

3.2.1. Obtención de datos

El presente trabajo se realizó a nivel de usuario de datos públicos tanto de las variables meteorológicas como de las concentraciones de PM10 y PM2.5; se ingresó a la sección de Monitoreo de la calidad del aire y se ubicó la estación Puente Piedra que envía automáticamente la data a la página oficial del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI (ANEXO N°1). Por esta razón, no es posible dar información sobre los niveles de incertidumbre en las mediciones u otra información similar.

La data registrada en el servidor de los contaminantes de PM10 y PM2.5 , y de las variables meteorológicas: Temperatura, Dirección y velocidad del viento y Humedad relativa fue transcrita y organizada en una hoja EXCEL 2013 de forma que los datos puedan ser observados por días y a la vez de manera horaria.

La variable meteorológica de precipitación no fue seleccionada para ser evaluada ya que durante todo el mes de Diciembre del año 2017 no registró datos mayores a 0 mm/minuto.

3.2.2. Validación de datos

Para la validación de datos se realizó un método de tres etapas (Cancino, J. 2006) para descartar datos anómalos.

3.2.2.1. Etapa 1: Identificación de datos no válidos

Se usó la codificación "SD" para las horas sin registro de datos, esto debido probablemente a periodos de mantenimiento. Para datos negativos se utilizó la codificación "DN", ya que estos no tienen significado físico y por lo tanto son datos no válidos. (ANEXO N° 2).

En el desarrollo de esta etapa no se encontraron datos negativos.

3.2.2.2. Etapa 2: Elaboración de tendencias

Esta etapa consistió en elaborar series de tiempos y observar cambios súbitos en las concentraciones de los contaminantes registradas en la gráfica. Al determinar que se presenta alguna irregularidad, se identifica la fecha y hora del dato "sospechoso" en el registro; se observan los datos anteriores y posteriores para determinar si encuentra fuera de rango. Si se reconoce la anomalía el dato queda codificado como "FR", fuera de rango (ANEXO N° 3).

3.2.2.3. Etapa 3: Filtro Final

En esta última etapa se ubicaron los datos solitarios, y también datos posteriores a periodos sin registros. Los datos inexactos y erróneos fueron identificados como "FR" esto debido a un reinicio de la estación por calibración o mantenimiento, que afecta las mediciones mientras el sensor entra en funcionamiento.

3.3.4. Método de análisis de datos

- Análisis de Correlación de Pearson

Se utilizó el software SPSS que contiene aplicaciones estadísticas además del Microsoft Excel para el respectivo análisis cuantitativo de los datos. Para determinar la relación entre las variables meteorológicas y la concentración de los contaminantes PM10 y PM2.5 se usó la Correlación de Pearson. (ANEXO N° 4)

3.4. Resultados

Se presenta cuadro de estadísticos descriptivos:

Tabla 8: Estadísticos Descriptivos

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
PM2.5	711	4.70	102.40	31.7806	14.75926
PM10	733	13.30	382.90	123.6262	47.18337
TEMP	744	16.70	27.40	20.7726	2.52162
VEL	744	0.10	4.40	1.5919	0.76696
DIR	744	30.30	332.20	202.7742	63.48140
HR	744	52.80	94.90	76.5090	9.71541
N válido (por lista)	711				

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la correlación entre variables meteorológicas y material particulado son:

Tabla 9: Correlaciones de Variables Meteorológicas y Concentración de Material Particulado PM10 y PM2.5

Correlaciones						
		PM2.5	PM10	TEMP	VEL	HR
PM2.5	Correlación de Pearson	1	,464**	,329**	,132**	-,252**
	Sig. (bilateral)		0.000	0.000	0.000	0.000
	N	711	711	711	711	711
PM10	Correlación de Pearson	,464**	1	,419**	,182**	-,456**
	Sig. (bilateral)	0.000		0.000	0.000	0.000
	N	711	733	733	733	733

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).
 * . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente:Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

- El grado de asociación entre la temperatura y el PM 2.5 es de 0,329 con un nivel de significancia de 0.01; lo que representa que hay una relación positiva baja, por lo que no es tan influyente y su relación lineal es baja. Para el caso del PM10 el grado de asociación de 0,419 también con un nivel de significancia de 0.01, es decir tiene una correlación moderada y positiva, sube o baja si lo hace también la temperatura.
- El grado de asociación entre la velocidad del viento y el PM 2.5 es de 0,132 con un nivel de significancia de 0.01; lo que representa que hay una relación positiva mínima, por lo que si aumenta o disminuye la velocidad la relación que guarda con el PM 2.5 es casi no influyente. Para el caso del PM10 el grado de asociación de 0,182 también con un nivel de significancia de 0.01, es decir tiene una correlación baja y positiva, por lo tanto hay cierta influencia lineal.
- El grado de asociación entre la humedad relativa y el PM 2.5 es de - 0.252, es decir una correlación baja negativa por lo que si aumenta o disminuye la humedad, el PM2.5 hace lo contrario con un nivel de significancia de 0.01, mientras que el PM10 el grado de asociación es de -0.456, es decir que influye moderadamente cuando la humedad relativa disminuye la concentración de PM10 aumenta y viceversa teniendo un nivel de significancia de 0.01.

RECOMENDACIONES

- Realizar la correlación entre las variables meteorológicas y concentración de material particulado tanto PM10 y PM2.5 con datos históricos, de manera que la relación e influencia entre estas se observe con mayor claridad y precisión.
- Hacer estudios similares y comparativos en otras zonas de Lima Metropolitana y de otras ciudades del Perú para entender como la meteorología influye en la dispersión y transporte de los contaminantes.
- Tomar en cuenta la información brindada por este tipo de estudio para la elaboración de Planes de Acción Local y así disminuir la contaminación del aire y prevenir daños en la Salud de las personas.
- Hacer estudios y observar el comportamiento e influencia de las variables meteorológicas en diferentes alturas de la atmósfera con referencia a la concentración de los contaminantes en las diferentes capas de la atmósfera.

BIBLIOGRAFÍA

- Dextre E. (2016). "*Comportamiento de las variables meteorológicas y su relación con la calidad de aire por material particulado PM2.5, San Juan de Lurigancho – 2016*" (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima.
- Bazante P. (2015). "*Análisis de la concentración de contaminantes atmosféricos de origen primario y mixto en relación a la variación de las condiciones meteorológicas en el Distrito Metropolitano de Quito*". (Tesis de Pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- González M. y Torres C. (2015) ."*Incidencia de las variables meteorológicas en el comportamiento de la concentración de PM10 y NOx*". (Tesis de Pregrado). Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Breathelife. Recuperado de <http://breathelife2030.org/quienes-somos/contacto/?lang=es>
- Organización Mundial de la Salud. (17 de Septiembre de 2016). OMS. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-estimates/es/>
- Organización Panamericana de la Salud. (19 de Septiembre de 2017). Pan American Health Organization. Recuperado de http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918%3A2017-ambient-air-pollution&catid=2619%3Aenvironmental-health&Itemid=42246&lang=es#
- Sánchez, O., y Ordoñez, C. (2015). *Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana 2015*. Lima: SENAEMI.

Escuela Superior de Informática. (10 de febrero de 2018). *Correlación con SPSS*.

Recuperado de

https://previa.uclm.es/profesorado/raulmmartin/Estadistica/PracticasSPSS/CORRELACION_CON_SPSS.pdf

IBM Knowledge Center. (10 de febrero de 2018). *Correlaciones Bivariadas*.

Recuperado de

https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB_22.0.0/com.ibm.sps.s.statistics.help/spss/base/idh_corr_stat.htm

ANEXOS

ANEXO N°01: Página Web de Senamhi

The screenshot shows the Senamhi website interface. At the top, there is a browser address bar with the URL www.senamhi.gob.pe/?p=calidad-de-aire. Below the browser bar, there is a header area with the Senamhi logo (Centro Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) and the logo of the Ministry of Environment (Ministerio del Ambiente). To the right of the header, there are social media icons for Facebook, Twitter, and YouTube, along with the 'Infórmate para prevenir' and 'Portal de Transparencia' logos.

The main navigation menu is located below the header and includes the following items: Inicio, Tiempo y Agua, Clima, Herramientas, Atención al ciudadano, and Institución.

The main content area is divided into several sections:

- Pronósticos meteorológicos:** Ciudades, Turístico, Lima Metropolitana, A muy corto plazo, Calidad del Aire, Radiación Ultravioleta.
- Pronósticos hidrológicos:** Caudales.
- Perú actual:** Temperaturas, Monitoreo de la calidad del aire, Monitoreo de los ríos, Información de los ríos a nivel nacional (caudal y nivel), Monitoreo agrometeorológico.
- Probabilidad de Incendios Forestales:** (Section header visible).
- Avisos de peligro:** Meteorológicos, Hidrológicos.
- Sol y luna:** Eclipse solar, Eclipse lunar, Fases de la luna.

At the bottom of the screenshot, the Windows taskbar is visible, showing the system tray with the date and time: 7:27 a. m., 6/03/2018.

ANEXO Nº2: Ejemplo de Etapa 1 – Codificación sin Registro

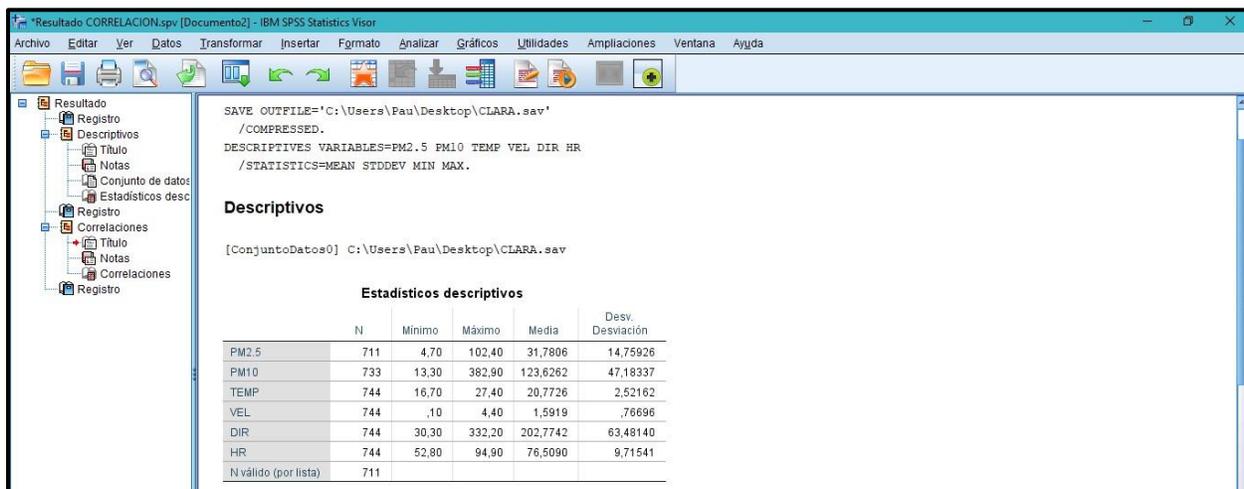
Dic-17		PARAMETROS DE CALIDAD DE AIRE	
		DATOS DE ESTACION DE CALIDAD DE AIRE	
Fecha	Hora	PM 2,5	PM 10
		$\mu\text{g} / \text{m}^3$	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
1/12/2017	0:00	24.6	89.4
1/12/2017	1:00	30.6	89.6
1/12/2017	2:00	34.6	92.6
1/12/2017	3:00	34	103.5
1/12/2017	4:00	36.2	107.3
1/12/2017	5:00	32.6	100.8
1/12/2017	6:00	34.1	108.9
1/12/2017	7:00	43	121.1
1/12/2017	8:00	51.3	175
1/12/2017	9:00	46.5	146.9
1/12/2017	10:00	36.8	116.3
1/12/2017	11:00	24.4	92
1/12/2017	12:00	20.5	105.6
1/12/2017	13:00	30.7	138.8
1/12/2017	14:00	S.D	S.D
1/12/2017	15:00	S.D	S.D
1/12/2017	16:00	S.D	S.D
1/12/2017	17:00	S.D	S.D
1/12/2017	18:00	16.6	214.5
1/12/2017	19:00	19.7	183.3
1/12/2017	20:00	27.3	161.7
1/12/2017	21:00	29.3	154.6
1/12/2017	22:00	26	137.3
1/12/2017	23:00	25.6	115.8

ANEXO N°3: Etapa 3 – Cambios Bruscos

Fecha	Hora	PM 2,5
		$\mu\text{g} / \text{m}^3$
21/12/2017	0:00	28.3
21/12/2017	1:00	30.4
21/12/2017	2:00	30.8
21/12/2017	3:00	25.1
21/12/2017	4:00	28.2
21/12/2017	5:00	43.3
21/12/2017	6:00	59.6
21/12/2017	7:00	72.2
21/12/2017	8:00	64.6
21/12/2017	9:00	63.2
21/12/2017	10:00	59.1
21/12/2017	11:00	51.7
21/12/2017	12:00	42.8
21/12/2017	13:00	44.7
21/12/2017	14:00	42.4
21/12/2017	15:00	38.7
21/12/2017	16:00	28.8
21/12/2017	17:00	22.4
21/12/2017	18:00	4.4

ANEXO N°4: Análisis de Datos en SPSS

Paso 1: Estadísticos descriptivos



SAVE OUTFILE='C:\Users\Pau\Desktop\CLARA.sav'
/COMPRESSED.
DESCRIPTIVES VARIABLES=PM2.5 PM10 TEMP VEL DIR HR
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

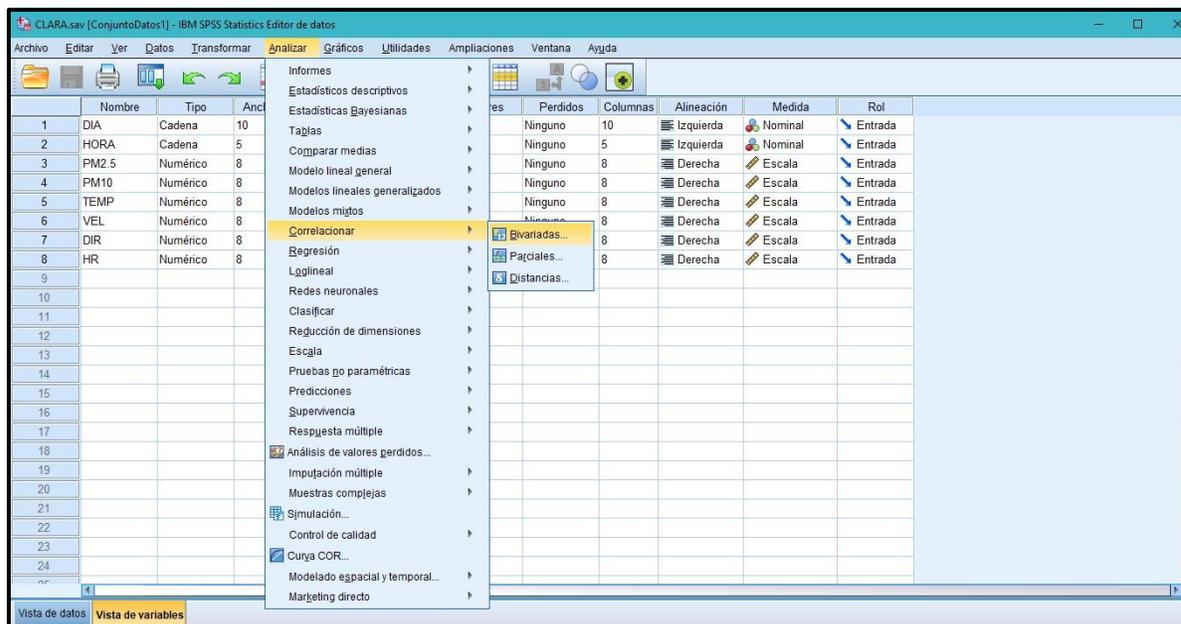
Descriptivos

[ConjuntoDatos0] C:\Users\Pau\Desktop\CLARA.sav

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
PM2.5	711	4,70	102,40	31,7806	14,75926
PM10	733	13,30	382,90	123,6262	47,18337
TEMP	744	16,70	27,40	20,7726	2,52162
VEL	744	,10	4,40	1,5919	,76896
DIR	744	30,30	332,20	202,7742	63,48140
HR	744	52,80	94,90	76,5090	9,71541
N válido (por lista)	711				

Paso 2: Correlaciones

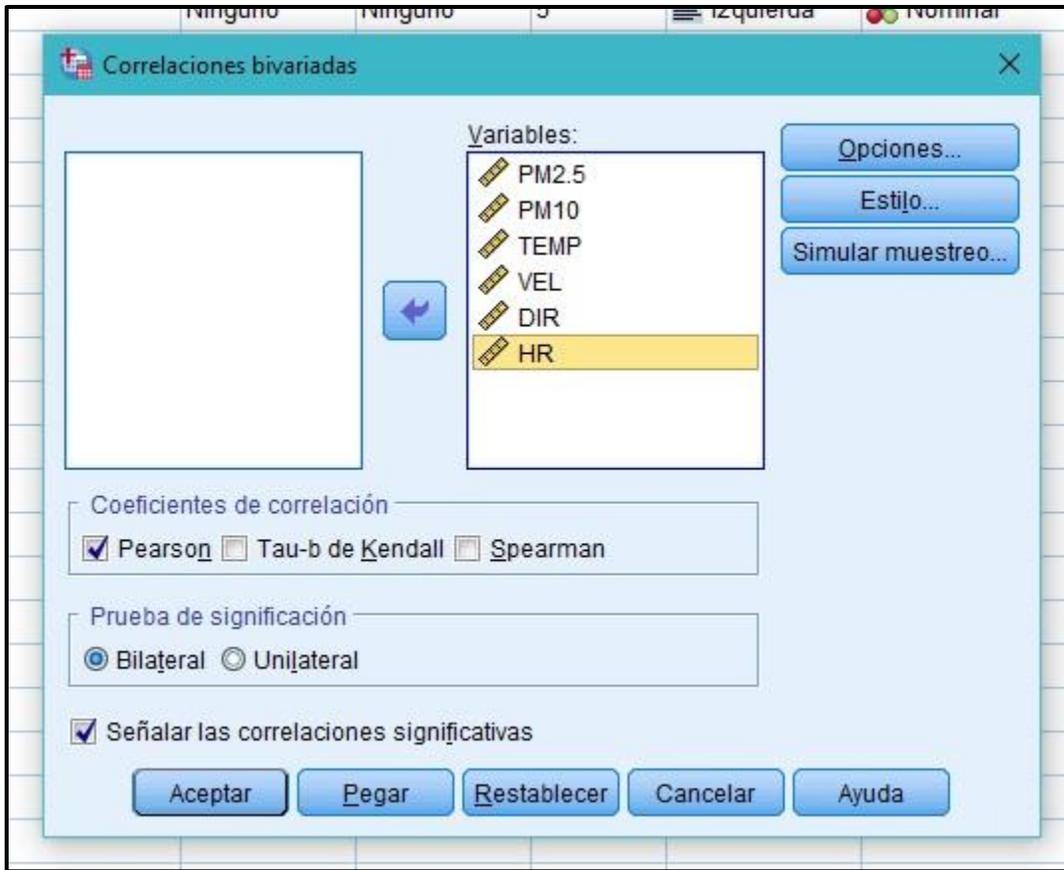


CLARA.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar **Análizar** Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Informes
Estadísticos descriptivos
Estadísticas Bayesianas
Tablas
Comparar medias
Modelo lineal general
Modelos lineales generalizados
Modelos mixtos
Correlacionar
Regresión
Loglineal
Redes neuronales
Clasificar
Reducción de dimensiones
Escala
Pruebas no paramétricas
Predicciones
Supervivencia
Respuesta múltiple
Análisis de valores perdidos...
Imputación múltiple
Muestras complejas
Simulación...
Control de calidad
Cuya COR...
Modelado espacial y temporal...
Marketing directo

Variables	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
Ninguno	10	Izquierda	Nominal	Entrada	
Ninguno	5	Izquierda	Nominal	Entrada	
Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	
Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada	



IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
- Descriptivos
 - Título
 - Notas
 - Conjunto de datos
 - Estadísticos desc
- Correlaciones
 - Título
 - Notas
 - Correlaciones
 - Registro

Correlaciones

		PM2.5	PM10	TEMP	VEL	DIR	HR
PM2.5	Correlación de Pearson	1	,464**	,329**	,132**	-,076*	-,252**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,043	,000
	N	711	711	711	711	711	711
PM10	Correlación de Pearson	,464**	1	,419**	,182**	-,376**	-,456**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	711	733	733	733	733	733
TEMP	Correlación de Pearson	,329**	,419**	1	,609**	,063	-,934**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,086	,000
	N	711	733	744	744	744	744
VEL	Correlación de Pearson	,132**	,182**	,609**	1	,301**	-,601**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	711	733	744	744	744	744
DIR	Correlación de Pearson	-,076*	-,376**	,063	,301**	1	-,068
	Sig. (bilateral)	,043	,000	,086	,000		,065
	N	711	733	744	744	744	744
HR	Correlación de Pearson	-,252**	-,456**	-,934**	-,601**	-,068	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,065	
	N	711	733	744	744	744	744

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).
* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).