UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

"RELACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS BTX (BENCENO, TOLUENO Y XILENO) CON LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALEDAÑOS AL CONSORCIO TERMINAL DEL DISTRITO DE ILO, 2020"

PRESENTADO POR:

LUDWIN ANTONIO CALLO SÁNCHEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

ILO – PERÚ

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD N° 0102-2021 - FACIA - UNAM

Fecha: 07/12/2021

III. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

"RELACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS BTX (BENCENO, TOLUENO Y XILENO) CON LAS VARIABLES METEREOLÓGICAS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALEDAÑOS AL CONSORCIO TERMINAL DEL DISTRITO DE ILO, 2020"

Bachiller: LUDWIN ANTONIO CALLO SANCHEZ

Asesor Principal: DR. MILKO RAUL RIVERA CAMPANO

Co-Asesor: .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: CATORCE (14) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 12:30 horas, del 10 de DICIEMBRE del año 2021 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Alejandro Manuel Ecos Espino
Presidente

José Antonio Valeriano Zapana
Primer Miembro

Ing. Paulino Rios T.
Segundo Miembro

Bachiller

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua en el periodo de tiempo de fines de octubre a diciembre del 2020, con el objetivo de determinar la relación de las concentraciones de BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) con las variables meteorológicas en las instituciones educativas aledañas al Consorcio Terminal, para ello se tomaron cuatro puntos de monitoreo (I. E Mercedes Cabello de Carbonera, I. E San Luis, I. E Daniel Becerra Ocampo y I. E Fe y Alegría). Para el muestreo del gas se empleó un tren de muestreo, que consiste en un sistema dinámico (ACTIVO) compuesto por una bomba presión - succión, un controlador de flujo y forzándolo a pasar a través de un tubo (o columna) de carbón activado, a razón de flujo de 0,1 litros por minuto, en un periodo de tiempo determinado (4 horas). El análisis de relación entre las concentraciones de BTX y las variables meteorológicas se realizó mediante el método Spearman del paquete Perfomance Analytics del software R. Los resultados demostraron que las concentraciones de BTX no sobrepasaron los límites de detección del equipo de monitoreo, obteniéndose los valores máximos para el Benceno de 0.250 $\mu g/m^3$, para Tolueno de 1.252 $\mu g/m^3$ y para el Xileno de 1.670 $\mu g/m^3$ en la I. E Fe y Alegría. Con respecto a los resultados de la correlación, se determinó que la temperatura es estadísticamente significativa al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor, alcanzando coeficientes de correlación de 0.99 en todas las instituciones educativas; la Humedad Relativa presento *** (0 - 0.001) como correlación p –valor, alcanzando coeficientes de correlación moderados de -0.60 en tres de las I.E evaluadas; la precipitación no presentó valores de correlación debido a que se registraron valores de 0 mm durante el periodo de monitoreo.

Palabras Clave: BTX, concentración, variables meteorológicas, correlación

ABSTRACT

This study was conducted in the Province of Ilo, Department of Moquegua in the period from late October to December 2020, with the aim of determining the relationship of BTX concentrations (Benzene, Toluene and Xylene) with meteorological variables in the educational institutions near the Terminal Consortium for this purpose, four monitoring points were taken (I. E Mercedes Cabello de Carbonera, I. E San Luis, I. E Daniel Becerra Ocampo and I. E Fe y Alegría). A sampling train was used for gas sampling, which consists of a dynamic system (ACTIVE) composed of a pressure-suction pump, a flow controller and forcing it to pass through a tube (or column) of activated carbon, at a flow rate of 0.1 liters per minute, in a given period of time (4 hours). The relationship analysis between BTX concentrations and meteorological variables was performed using the Spearman method with the Perfomance Analytics package of the R software. The results showed that BTX concentrations did not exceed the detection limits of the monitoring equipment, obtaining maximum values for benzene of 0.250 $\mu g/m^3$, for toluene of 1.252 $\mu g/m^3$ and for xylene of 1.670 $\mu g/m^3$ at I. E. Fe y Alegria. Regarding the results of the correlation, it was determined that the temperature is statistically significant as it has *** (0 - 0.001) as a p-value correlation, reaching correlation coefficients of 0.99 in all educational institutions; Relative Humidity presented *** (0 - 0.001) as a p-value correlation, reaching moderate correlation coefficients of -0.60 in three of the evaluated IEs; precipitation did not present correlation values because values of 0 mm were recorded during the monitoring period.

Keywords: BTX, concentration, meteorological variables, correlation

INDICE

RESUMEN 2

ABSTRACT 3

INTRODUCCIÓN 15

I. Planteamiento del problema 16

1.1. Descripción y formulación del problema 16

1.1.1. Descripción del Problema 16

1.1.2. Formulación del Problema 19

1.2. Objetivos 19

1.2.1. Objetivo General 19

1.2.2. Objetivos Específicos 19

1.3. Justificación e importancia 20

1.4. Variables 22

II. Marco Teórico 24

2.1. Antecedentes 24

2.2. Bases teóricas 29

3.2.1. Contaminación Atmosférica 29

3.2.2. Contaminantes Atmosféricos 29

3.2.3. Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) 29

3.2.4. Los BTX 30

3.2.5. Benceno 30

3.2.6. Tolueno 31

3.2.7. Xileno 31

3.2.8. Reactividad de los BTX 32

3.2.9. BTX y la Salud 33

3.2.10. Riesgos de Cáncer 34

3.2.11. BTX y los primeros estudios en otros países 34

3.2.12. Variables meteorológicas 35

3.2.13. Parámetros de Monitoreo meteorológico 37

3.2.14. Tren de muestreo para gases ambientales. 38

3.2.15. Criterio para la selección de método de medición de BTX. 39

3.2.14. Criterio para la frecuencia de monitoreo del BTX. 40

3.2.15. Marco legal Nacional 42

3.2.16. Marco legal Internacional. 43

3.2.17. Consorcio Terminal (Oiltalking de G&M y Petroperú) 43

3.2.18. Instituciones Educativas. 45

2.3. Definición de términos 45

3.3.1 COV. 45

3.3.2 BTX. 45

3.3.3 ECA. 46

3.3.4 MINAM. 46

3.3.5 SENAMHI. 46

3.3.6 EPA. 46

3.3.6 OMS 47

III. Metodología 48

3.1. Tipo y nivel de investigación 48

3.1.1. Tipo de investigación. 48

3.1.2. Nivel de investigación 48

3.2. Ámbito temporal y espacial 49

3.3. Población y muestra 49

3.3.1. Población 49

3.3.2 Muestra 50

3.4. Instrumentos 50

3.4.1. Materiales 52

3.4.2. Equipos 52

3.5. Procedimientos 52

3.5.1. Procedimiento de muestreo de aire. 52

3.5.2. Procedimiento de monitoreo meteorológico 54

3.5.3. Método para análisis en laboratorio 55

3.5.4. Frecuencia y cantidad de puntos de estudio 57

3.6. Análisis de datos 58
3.6.1. Metodología para análisis estadístico de muestras. 58
3.6.2. Metodología para análisis de datos meteorológicos. 60
3.6.3. Metodología para análisis de datos de calidad de aire. 61
3.6.4. Metodología para análisis de comparación de concentraciones BTX 63
IV. Resultados 64
4.1. Concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en los puntos de monitoreo 64
4.1.1. Resultados de Concentraciones de BTX de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera .. 64
4.1.2. Resultados de Concentraciones de BTX de la I. E San Luis 67
4.1.3. Resultados de Concentraciones de BTX de la I. E Daniel Becerra Ocampo 69
4.1.4. Resultados de Concentraciones de BTX de la I.E Fe y Alegría 72
4.2. Análisis Estadísticos de las Muestras 74
4.2.1. I. E Mercedes Cabello de Carbonera 74
4.2.2. I. E San Luis 77
4.2.3. I. E Daniel Becerra Ocampo 79
4.2.4. I.E Fe y Alegría 81
4.3. Análisis de los Datos meteorológicos 83
4.3.1. Rosa de Vientos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 83
4.3.2. Rosa de Vientos de la I. E San Luis 85
4.3.3. Rosa de Vientos de la I. E Daniel Becerra Ocampo 86

4.3.4. Rosa de Vientos de la I.E Fe y Alegría 87
4.4. Análisis de los Datos de Calidad de Aire 88
4.4.1. I. E Mercedes Cabello de Carbonera 88
4.4.2. I. E San Luis 95
4.4.3. I. E Daniel Becerra Ocampo 102
4.4.4. I.E Fe y Alegría 109
4.5. Comparación de Concentraciones de BTX en los puntos de monitoreo 116
V. Discusión 117
VI. Conclusiones 123
VII. Recomendaciones 125
VIII. Referencias 127
IX. Anexos 136
ANEXO 01: Matriz de consistencia. 136
ANEXO 02: Plano de Ubicación de los puntos de monitoreo de BTX en el Distrito de Ilo. . 138
ANEXO 03: Plano de Concentraciones de Benceno en las Instituciones Educativas. 139
ANEXO 04: Plano de Concentraciones de Tolueno en las Instituciones Educativas. 140
ANEXO 05: Plano de Concentraciones de Xileno en las Instituciones Educativas. 141
ANEXO 06: Conversión de unidades basado en el protocolo de monitoreo de aire 2019 142
ANEXO 07: Resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 145

ANEXO 08: Resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E San Luis 146

ANEXO 09: Resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Daniel Becerra Ocampo 147

ANEXO 10: Resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Fe y Alegría 148

ANEXO 11: Datos de Velocidad y Dirección de Viento de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 149

ANEXO 12: Rosa de Vientos de la I.E. Mercedes Cabello de Carbonera por horario 150

ANEXO 13: Datos de Velocidad y Dirección de Viento de la I. E San Luis 153

ANEXO 14: Rosa de Vientos de la I.E. San Luis por horario 154

ANEXO 15: Datos de Velocidad y Dirección de Viento de la I. E Daniel Becerra Ocampo. 157

ANEXO 16: Rosa de Vientos de la I.E. Daniel Becerra Ocampo. 158

ANEXO 17: Datos de Velocidad y Dirección de Viento de la I. E Fe y Alegría 161

ANEXO 18: Rosa de Vientos de la I.E. Fe y Alegría. 162

ANEXO 19: Fotografías del monitoreo de Benceno, Tolueno y Xileno 165

ANEXO 20: Resultados de Laboratorio..... 169

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de funcionamiento de tren de muestreo 39

Figura 2 Tanques para almacenar combustible..... 44

Figura 3 Esquema de absorción de aire, método activo..... 54

Figura 4 Estación meteorológica 55

Figura 5 Esquema de cromatografía de gases..... 56

Figura 6 Tubo absorbente de carbón activado 56

Figura 7 Diagrama de Flujo del desarrollo de la investigación 58

Figura 8 Distribución Normal..... 59

Figura 9 Rosa de vientos..... 61

Figura 10 La gráfica polar de frecuencias..... 62

Figura 11 Gráfica de Correlación 63

Figura 12 Concentraciones Promedio de Benceno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera ... 65

Figura 13 Concentraciones Promedio de Tolueno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 66

Figura 14 Concentraciones Promedio de Xileno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 66

Figura 15 Concentraciones Promedio de Benceno de la I. E San Luis..... 68

Figura 16 Concentraciones Promedio de Tolueno de la I. E San Luis 68

Figura 17 Concentraciones Promedio de Xileno de la I. E San Luis..... 69

Figura 18 Concentraciones Promedio de Benceno de la I. E Daniel Becerra Ocampo 70

Figura 19 Concentraciones Promedio de Tolueno de la I. E Daniel Becerra Ocampo..... 71

Figura 20 Concentraciones Promedio de Xileno de la I. E Daniel Becerra Ocampo 71

Figura 21 Concentraciones Promedio de Benceno de la I. E Fe y Alegría..... 73

Figura 22 Concentraciones Promedio de Tolueno de la I. E Fe y Alegría 73
Figura 23 Concentraciones Promedio de Xileno de la I. E Fe y Alegría..... 74
Figura 24 Rosa de Vientos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera..... 84
Figura 25 Rosa de Vientos de la I. E San Luis 85
Figura 26 Rosa de Vientos de la I. E Daniel Becerra Ocampo..... 89
Figura 27 Rosa de Vientos de la I. E Fe y Alegría 87
Figura 28 Dispersión del Benceno según dirección y velocidad del viento en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera..... 88
Figura 29 Dispersión del Tolueno según dirección y velocidad del viento en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera..... 89
Figura 30 Dispersión del Xileno según dirección y velocidad del viento en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 89
Figura 31 Relación del Benceno con las variables meteorológicas en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera..... 92
Figura 32 Relación del Tolueno con las variables meteorológicas en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera..... 93
Figura 33 Relación del Xileno con las variables meteorológicas en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera..... 94
Figura 34 Dispersión del Benceno según dirección y velocidad del viento en la I. E San Luis... 95
Figura 35 Dispersión del Tolueno según dirección y velocidad del viento en la I. E San Luis ... 96
Figura 36 Dispersión del Xileno según dirección y velocidad del viento en la I. E San Luis..... 96
Figura 37 Relación del Benceno con las variables meteorológicas en la I. E San Luis 99
Figura 38 Relación del Tolueno con las variables meteorológicas en la I. E San Luis 100

Figura 39 Relación del Xileno con las variables meteorológicas en la I. E San Luis 101
Figura 40 Dispersión del Benceno según dirección y velocidad del viento en la I. E Daniel Becerra Ocampo 102
Figura 41 Dispersión del Tolueno según dirección y velocidad del viento en la I. E Daniel Becerra Ocampo 103
Figura 42 Dispersión del Xileno según dirección y velocidad del viento en la I. E Daniel Becerra Ocampo 103
Figura 43 Relación del Benceno con las variables meteorológicas en la I. E Daniel Becerra Ocampo 106
Figura 44 Relación del Tolueno con las variables meteorológicas en la I. E Daniel Becerra Ocampo 107
Figura 45 Relación del Xileno con las variables meteorológicas en la I. E Daniel Becerra Ocampo 108
Figura 46 Dispersión del Benceno según velocidad y dirección del viento en la I. E Fe y Alegría 109
Figura 47 Dispersión del Tolueno según velocidad y dirección del viento en la I. E Fe y Alegría 110
Figura 48 Dispersión del Xileno según velocidad y dirección del viento en la I. E Fe y Alegría 110
Figura 49 Relación del Benceno con las variables meteorológicas en la I. E Fe y Alegría 113
Figura 50 Relación del Tolueno con las variables meteorológicas en la I. E Fe y Alegría 114
Figura 51 Relación del Xileno con las variables meteorológicas en la I. E Fe y Alegría..... 115

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables. 23

Tabla 2 Parámetros Meteorológicos 38

Tabla 3 Criterio de selección de método de monitoreo para BTX 40

Tabla 4 Criterio para la frecuencia de monitoreo del BTX 41

Tabla 5 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire 42

Tabla 6 Límite de exposición por 8 horas (NIOSH - EE. UU) 43

Tabla 7 Detalle de los tanques de almacenamiento operativos 44

Tabla 8 Características de la investigación 48

Tabla 9 Tipo de nivel de investigación 49

Tabla 10 Metodología experimental e instrumentos 51

Tabla 11 Método para la toma de muestra de BTX 53

Tabla 12 Metodología de muestreo meteorológico 54

Tabla 13 Frecuencia de monitoreo 57

Tabla 14 Coordenadas de las Instituciones Educativas 64

Tabla 15 Características del Mapa de Concentraciones de BTX 116

Tabla 16 Concentraciones de BTX en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 64

Tabla 17 Concentraciones de BTX en la I. E San Luis 67

Tabla 18 Concentraciones de BTX en la I. E Daniel Becerra Ocampo 70

Tabla 19 Concentraciones de BTX en la I. E Fe y Alegría 72

Tabla 20 Coeficiente de Variación de las concentraciones de BTX en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 75

Tabla 21 Prueba de Normalidad de concentraciones de BTX en I.E Mercedes Cabello de Carbonera 75
Tabla 22 Prueba de Normalidad de las variables meteorológicas en I.E Mercedes Cabello de Carbonera 76
Tabla 23 Coeficiente de Variación de las concentraciones de BTX en la I. E San Luis 77
Tabla 24 Prueba de Normalidad de concentraciones de BTX en I.E San Luis 78
Tabla 25 Prueba de Normalidad de las variables meteorológicas en I.E San Luis..... 78
Tabla 26 Coeficiente de Variación de las concentraciones de BTX en la I. E Daniel Becerra Ocampo 79
Tabla 27 Prueba de Normalidad de concentraciones de BTX en I.E Daniel Becerra Ocampo 80
Tabla 28 Prueba de Normalidad de las variables meteorológicas en I.E Daniel Becerra Ocampo 81
Tabla 29 Coeficiente de Variación de las concentraciones de BTX en la I. E Fe y Alegría 82
Tabla 30 Prueba de Normalidad de concentraciones de BTX en I.E Fe y Alegría..... 82
Tabla 31 Prueba de Normalidad de las variables meteorológicas en I.E Fe y Alegría..... 83
Tabla 32 Características de la Rosa de Vientos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera 84
Tabla 33 Características de la Rosa de Vientos de la I. E San Luis 85
Tabla 34 Características de la Rosa de Viento de I. E Daniel Becerra Ocampo 86
Tabla 35 Características de la Rosa de Vientos de la I. E Fe y Alegría..... 87
Tabla 36 Resultados de Datos Meteorológicos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera..... 90
Tabla 37 Resultados de Datos Meteorológicos de la I. E San Luis 97
Tabla 38 Resultados de Datos Meteorológicos de la I. E Daniel Becerra Ocampo..... 104
Tabla 39 Resultados de Datos Meteorológicos de la I. E Fe y Alegría 111

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversos factores que deterioran la calidad de aire, desde contaminantes como gases o partículas que tienen origen natural y/o antrópico. Entre las consecuencias que surgen se destaca la afectación a la salud humana, es tan alarmante la situación que se ha reportado que 9 de cada 10 ciudadanos respiran aire con elevados niveles de contaminantes que incluso superan los límites recomendados en las directrices de la OMS (2021).

Uno de los contaminantes atmosféricos que es importante resaltar por su repercusión negativa a la salud son los compuestos orgánicos volátiles BTX, conformados por benceno, tolueno, orto-xileno, meta-xileno y para-xileno.

A nivel Nacional se monitoreo BTEX en julio del 2017, obteniéndose valores altos que excedieron los valores estándar de la normativa peruana. Por otro lado, a nivel regional y local, en la provincia de Ilo no se cuenta con estudios de identificación de BTX, además al ser una ciudad con presencia de alto tráfico vehicular, actividades industriales y ubicándose el Terminal de despacho de Combustibles denominado Consorcio Terminales (Oiltalking de G&M y Petroperú) dentro de la ciudad, causa preocupación la salud de la población aledaña representada en su mayoría por estudiantes de nivel primario y secundario.

Por tal motivo, el presente estudio tiene por objetivo relacionar la concentración de los compuestos BTX con las variables meteorológicas en instituciones educativas aledañas al Consorcio Terminales de la provincia y distrito de Ilo, a través de la determinación de la concentración de BTX, el monitoreo de las principales variables meteorológicas y la comparación con las concentraciones de BTX en otras instituciones educativas alejadas de la zona de estudio.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción del Problema

Como se conoce dentro de las capas de la atmósfera, se tiene a la tropósfera, región en la que habitamos, donde son emitidos diversos compuestos químicos, como producto de las actividades económicas productivas propias del ser humano; compuestos químicos como las emisiones de nitrógeno (NOx, NO, NO_2), compuestos de azufre, y los compuestos orgánicos volátiles (COV), (National Research Council, 1991), entre otros.

Según las estudios realizados por Lamb, et al. (1993) y World Meteorological Organization WHO (1995) en las últimas décadas, los compuestos orgánicos volátiles han tomado interés científico para su estudio en la calidad del aire tanto interior como exterior, el Benceno, Tolueno, Etilbenceno e isómeros de Xileno conocidos como BTEX (Godoi et al., 2010), estos compuestos se encuentran típicamente al interior de ambientes, teniendo como fuentes más comunes a los subproductos de combustión, cocina, mobiliario, pintura, barnices, disolventes, etc. (Buczynska et al., 2009), incluso a bajas concentraciones pueden ser fácilmente asimilados por el cuerpo humano a través del aire, provocando así riesgos para la salud cuando la exposición se da a periodos de tiempo prolongados, dentro de estos compuestos se resalta al Benceno, que ha tomado especial interés en diversos estudios, al ser una sustancia clasificada como cancerígena para el hombre y además

se le atribuye la responsabilidad de innumerables casos de leucemia en el mundo (Buczynska et al., 2009)

Es así que IEH (1999), reportó que las emisiones de Benceno por evaporación de gasolina en el Reino Unido fueron de 5.5 %, y 65.3 % de vehículos ligeros, (Srivastava et al., 2005; 2006), señalando que las concentraciones de Benceno, provinieron en su gran mayoría de emisiones del sector transporte, en segundo lugar, de las gasolineras, y en tercer lugar del sector industrial; así también la (U.S.EPA, 2005), mediante un análisis de riesgo de cáncer estimó que el ser humano al estar expuesto a niveles de Benceno entre los 0,13 a 0,45 de $\mu g/m^3$ durante el periodo de tiempo de 70 años tiene una probabilidad de riesgo de cáncer de 1/1000 000, una exposición entre 1,3 y 4,5 $\mu g/m^3$ un riesgo de contraer cáncer de 1/100 000, y una exposición entre 13 a 45 $\mu g/m^3$, un riesgo de contraer cáncer específicamente de leucemia de 1/1000.

Basados en el estudio realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo en el 2002 con el objetivo de determinar la contribución del ciclo de distribución de gasolina en la emisión de compuestos orgánicos volátiles en el área metropolitana de Ciudad de México, se observó que por medio de factores de emisión de las actividades vinculadas al trasiego y almacenamiento de productos derivados del petróleo presentes en la metodología AP-42 de la EPA, las pérdidas evaporativas en la carga de los camiones representaron el 90,8 % del total de las emisiones, en

los tanques de almacenamiento alrededor de un 6,7 % y en los accesorios de las tuberías un 2,5 % (Instituto Mexicano del Petróleo, 2002).

La Provincia de Ilo, al ser una ciudad con características industriales, y la presencia de alto tráfico vehicular, gasolineras, etc., no cuenta actualmente con información relacionada a la concentración de los compuestos BTX (Benceno, Tolueno y Xileno), sabiendo que el Benceno tiene un alto potencial de dañar la salud humana a concentraciones elevadas, y más aún que dentro de la Ciudad de Ilo, existe la presencia del Terminal de despacho de combustibles denominado Consorcio Terminales (Oiltalking de G&M y Petroperú), y que la población aledaña se caracteriza por ser algunas instituciones educativas de nivel secundaria y primaria, los cuales pueden estar siendo afectados por las concentraciones de los compuestos BTX emitidas por las actividades del Consorcio Terminales.

En la actualidad, la Municipalidad Provincial de Ilo y la Gerencia Regional de Salud de Moquegua vienen ejecutando monitoreos de SO_2 y PM_{10} en zonas identificadas por cada sector, con el objetivo de identificar la calidad del aire en el cuerpo receptor, los mismos que resultan insuficientes, al no realizarse mediciones de aire dentro del área de influencia directa e indirecta del Consorcio Terminales, área donde se sitúan Instituciones Educativas, los mismos que podrían estar percibiendo concentraciones elevadas de los compuestos BTX, pudiendo ser dañinos para la salud de los estudiantes y población aledaña.

Por tal motivo, la presente investigación busca proporcionar información de utilidad para la población y autoridades correspondientes de la Provincia de Ilo, a través del estudio de la concentración de los compuestos BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) durante un periodo significativo de tiempo, para poder establecer una primera base de información sobre estos contaminantes atmosféricos en la provincia de Ilo, al ser considerada una Zona de Atención Prioritaria por el MINAM debido a los hechos históricos del sector industrial, y además por ser un puerto de movimiento económico con una gran expansión urbana, y poblacional.

1.1.2. Formulación del Problema

Es en este sentido la presente investigación plantea la siguiente interrogante:

¿CUÁL ES LA RELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN DE LOS BTX (BENCENO, TOLUENO Y XILENO) Y LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALEDAÑOS AL CONSORCIO TERMINAL DEL DISTRITO DE ILO, ¿2020?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Relacionar la concentración de los BTX (benceno, tolueno y xileno) con las variables meteorológicas en las Instituciones Educativas aledaños al consorcio terminal del distrito de Ilo, 2020.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de los BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) con el método de adsorción mediante tubos con carbón activado.

- Monitorear las variables meteorológicas (temperatura, humedad, precipitación, velocidad y dirección de viento) en cada estación de muestreo.
- Comparar las concentraciones de los BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) del entorno a las instituciones educativos, aledaños al Consorcio Terminal, con otras instituciones educativas alejado del mismo Consorcio terminal.

1.3. Justificación e importancia

La vigilancia de la contaminación atmosférica, se ha establecido como un requisito indispensable para el análisis ambiental tanto de ambientes interiores como exteriores; en los últimos tiempos, diversos estudios demuestran que la contaminación atmosférica se puede asociar con el bajo peso al nacer, aumento de mortalidad infantil, tuberculosis pulmonar, enfermedades respiratorias, cáncer, etc. (Godoi et al., 2009), y en este contexto un sector vulnerable a la contaminación atmosférica en las ciudades, son los grupos de estudiantes de Instituciones Educativas, quienes están expuestos a diversos compuestos tóxicos presentes en el aire (Landrigan et al., 2004), además numerosas investigaciones han demostrado que la exposición de niños a la contaminación del aire puede genera asma y otros síntomas respiratorios, incluso si es a una baja concentración. (Buonanno et al., 2012).

Claro ejemplo de ello es lo que informa Avigo et al. (2008), que concluyeron que los alumnos brasileños pasan más del 30% de su tiempo en las escuelas, y que por ello es importante medir y controlar la contaminación en los entornos escolares. Así también Habil et al. (2011), infieren que existe pruebas de que los niños que estudian y viven en zonas industriales tienden a presentar mayores síntomas respiratorios, en comparación

con otras áreas sin actividad industrial; sabiendo que las plantas de petroquímicas, refinación, almacenamiento de petróleo, y actividades industriales pueden generar muchos contaminantes como partículas, gases orgánicos e inorgánicos (Gül et al., 2011), siendo uno de ellos los compuestos orgánicos volátiles (COVs), resaltando que el Benceno ejerce graves efectos adversos en la calidad del aire, y a la salud del ser humano (ATSDR, 2001).

La presente investigación plantea relacionar la concentración de los BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) con las variables meteorológicas en las instituciones educativas (Daniel becerra Ocampo, Mercedes Cabello de Carbonera y San Luis) aledaños al Consorcio de Terminales (Oiltalking de G&M y Petroperú), de la Provincia de Ilo, tomando como punto blanco o de control a la institución educativa (Fe y Alegría) ubicada en la pampa inalámbrica. El Consorcio de Terminales (Oiltalking de G&M y Petroperú), tiene como principal actividad industrial el despacho de combustible y el almacenamiento en grandes tanques, es así que al determinar la concentración de los BTX en la zonas de estudio ya mencionadas se podría conocer si las concentración de Benceno sobrepasarían los Estándares de Calidad Ambiental del Aire (ECA 003-2017-MINAM), determinar la relación existente con los parámetros meteorológicos, y por defecto saber si la salud de los estudiantes de las instituciones educativas estarían siendo afectada negativamente, de igual modo, este proyecto permitirá generar información sobre el monitoreo de Benceno, el cual podrá ser usado en futuras investigaciones asociados al tema de estudio.

1.4. Variables

Para facilitar la comprensión y adecuación a los requerimientos prácticos de la investigación, es necesario realizar la operacionalización de variables, que consiste principalmente en determinar el método a través del cual las variables serán medidas o analizadas. También se puede definir como las operaciones que permiten medir ese concepto o los indicadores observables por medio de los cuales se manifiesta ese concepto (Kerlinger, 1979).

El presente estudio cuenta con dos variables. Dichas variables no guardan relación de causa y efecto, por ello no hay variable dependiente e independiente, de tal manera se consideró las siguientes variables.

- **Variable 1.**

(Concentración de los BTX).

Indicadores

- Benceno.
- Tolueno
- Xileno.

- **Variable 2.**

(Variables meteorológicas)

Indicadores

- Temperatura.
- Humedad Relativa.

- Precipitación
- Presión Atmosférica
- Dirección del viento
- Velocidad del viento

Tabla 1

Operacionalización de variables.

VARIABLE	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Concentración de los BTX	Benceno	numérico	$\mu g/m^3$	Tubo de carbón activado
	Tolueno	numérico	$\mu g/m^3$	Tubo de carbón activado
	Xileno	numérico	$\mu g/m^3$	Tubo de carbón activado
Variables meteorológicas	temperatura	intervalo	°C	Sensor de temperatura (termómetro)
	humedad	intervalo	%	Sensor de humedad
	precipitación	intervalo	mm	Pluviómetro (balancín)
	Velocidad del viento	intervalo	m/s	anemómetro
	Dirección del ciento	intervalo	°	veleta

Fuente: Elaborado por el autor

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El objetivo de la investigación de Buczynska et al. (2009) fue determinar la influencia de la modernización y renovación de una arteria de tráfico en la región de Mortsel (Amberes, Bélgica) sobre la concentración de compuestos orgánicos volátiles como: benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX). El objetivo original de la reconstrucción de las obras consistió en reducir los carriles de tráfico de una de las calles más transitadas de Amberes, para disminuir la el tráfico rodado y, en consecuencia, también para mejorar la calidad del aire en esta región. Las concentraciones medias de BTEX antes de que estos trabajos en el 2003, eran: 1,6, 7,0, 0,9, 2,3 y 0,9 mg/m^3 para el benceno, el tolueno, el etilbenceno, los xilenos y el o-xileno, respectivamente. Sin embargo, después de la finalización de las obras, en 2005, eran ligeramente superiores: 2,5, 9,5, 1,6, 3,4 y 1,3 mg/m^3 respectivamente. Los resultados obtenidos llevaron a la conclusión de que la reducción del número de carriles de tráfico aparentemente había aumentado los atascos aumentando así la emisión de contaminantes de los coches. Por lo tanto, estas obras de modernización tuvieron incluso un impacto negativo en la concentración de contaminantes relacionados con el tráfico como BTEX.

Corrêa & Afbilla (2007), monitorearon al Benceno, tolueno, etilbenceno, xileno (BTEX) y dos trimetilbencenos (BTEXT) en el centro de Río de Janeiro durante el periodo de tiempo del 2004 y 2005. También monitorearon algunos contaminantes legislados y parámetros meteorológicos, con el objetivo de analizar la correlación entre estos datos. Se recogieron 94 muestras, utilizando cartuchos de carbón activo, entre las

9:00 y las 15:00. Los valores medios de concentración obtenidos fueron: 14,5; 22,8; 9,19; 19,3; 8,5; 10,4 y 12,1 μg/m^3 para el benceno, tolueno, etilbenceno, xileno, o-xileno, 1,2,3-trimetilbenceno y 1,3,5-trimetilbenceno, respectivamente. El análisis multivariante mostró que los BTEXT individuales se emiten desde las mismas fuentes y si se correlacionan bien con los otros contaminantes primarios. Los resultados concluyeron que la contribución de las emisiones evaporativas de BTEXT ayuda a la formación de compuestos orgánicos volátiles secundarios en la atmósfera.

Además, en el estudio de Corrêa et al. (2012), fueron evaluados once gasolineras situadas en Río de Janeiro, Brasil, fueron. Se recogieron 49 muestras en el área de la gasolinera y otras a 250 m de distancia de una de las áreas estudiadas para evaluar la dispersión en forma de pluma de los contaminantes emitidos durante el proceso de llenado. El estudio se centró en las emisiones de BTEX (benceno, tolueno, etil benceno y xilenos), sabiendo que el contenido de estos compuestos en la gasolina que se vende en Brasil está cerca del 40% v/v. Las muestras se recogieron usando cartuchos de carbón de cáscara de coco, y se hicieron análisis químicos mediante una técnica de GC-MS después de la extracción de la muestra con diclorometano. Los resultados indicaron un valor medio de 29,7 μg/m^3 para el benceno, 47,7 μg/ m^3 para el tolueno, 23,3 μg/m^3 para el etilbenceno, 46,9 μg/m^3 para xileno y 14,3 μg/m^3 para o-xileno. Las concentraciones en el aire se estimaron utilizando un modelo de dispersión de la pluma de Gauss el cual indicó que los valores de BTEX eran mayores que los encontrados en el centro de la ciudad de Río de Janeiro, incluso a 150 m de la gasolinera, puede afectar a un hospital

cercano, dos escuelas y varias residencias. Estos resultados indicaron que se debería prestar más atención a la ubicación de las gasolineras.

Abbasi et al. (2020) monitorearon los compuestos BTEX por 14 días en diversos lugares de Shiraz en el periodo de verano a través de muestreo pasivo, las zonas elegidas fueron seleccionadas en base de la densidad poblacional y el tráfico. Los resultados mostraron altas concentraciones de tolueno en el ambiente con el valor promedio de 42.80 $\mu g/m^3$, que puede ser explicado por el uso del compuesto en la gasolina para incrementar el octanaje del combustible, además la estructura química del tolueno reacciona lentamente con el ambiente y se estima su resistencia de al menos dos días en el aire.

Latif et al. (2019) ejecutaron dos tipos de muestreo para la determinación de BTEX en la ciudad de Kuala Lumpur, muestreo continuo y muestreo activo, el primero se realizó durante 3 meses para determinar las áreas con mayor potencial de contaminación y el segundo durante cortos periodos para caracterizar los componentes involucrados, obteniendo como al mayor contaminante al tolueno, que registro una concentración por hora de 2.76 ± 2.05 mg/m^3 and 22.31 ± 11.54 mg/m^3, y como el más tóxico al benceno con una concentración por hora de 0.69 ± 0.45 mg/m^3 and 6.20 ± 3.51 mg/ m^3. Las concentraciones de BTEX se mostraron alto durante las mañanas, específicamente en las horas de tráfico, siendo mayores en los días de semana que en los fines de semana. Las reacciones fotoquímicas y la meteorología fueron claves para la degradación de los BTEX, sobre todo aquellas que involucran a los radicales OH y la radiación solar. Las

principales fuentes de emisión fueron las carreteras, estaciones de petróleo, lugares industrializados y aeropuerto.

Golkhorshidi et al. (2019) realizaron un muestreo activo de BTEX en verano e invierno en los terminales de buses de Irán, las muestras se tomaron cada seis días por treinta días en cada temporada. Los resultados mostraron un promedio de concentraciones de 1.43–2.12 veces más altas en verano que en invierno, siendo el compuesto con más altos valores los xilenos; esto debido a los tipos de petróleo y gasolina del lugar, además de que la mayoría de buses son de Diesel en los terminales. Otra razón de la abundancia de xileno en invierno son la presencia de pocos los radicales OH. En el verano las otras fuentes de emisión de compuestos BTEX son el tráfico de autobuses (emisiones frescas), las estaciones de servicio cerca de las terminales de autobuses y la evaporación de combustible debido a las temperaturas en los terminales de autobuses.

En el estudio de Godoi et al. (2013) el cual fue realizado en la región metropolitana de Curitiba, sur de Brasil. Cinco escuelas cercanas, industrias y autopistas con tráfico de alta densidad, fueron seleccionadas para caracterizar los aerosoles y compuestos gaseosos en interiores y exteriores de las aulas, durante el periodo de tiempo del 2009 al 2011. Se recogieron muestras de aerosol segregadas por tamaño para análisis de perfiles elementales de partículas individuales y a granel. Se analizaron por microanálisis de rayos X con sonda electrónica (EPXMA) y por fluorescencia de rayos X con dispersión de energía (EDXRF), para investigar la composición elemental de partículas individuales y muestras a granel. Se evaluaron las concentraciones de benceno, tolueno, etilbenceno y

xileno (BTEX); NO_2; SO_2; ácido acético; y ácido fórmico en interiores y exteriores utilizando tubos de difusión pasivos. Los BTEX fueron analizados por GC-MS y otros gases recogidos por cromatografía iónica. La exposición individual de BTEX se evaluó mediante tubos de difusión pasivos personales. En este estudio se identificaron dos fuentes principales de BTEX: el tráfico (zonas urbanas) y de la industria petroquímica (zonas suburbanas). Estas fuentes exteriores tienen una gran influencia en la calidad del aire interior de las casas y escuelas. Sin embargo, en las áreas suburbanas hay un efecto somático de las dos fuentes que exponen a los niños que viven y estudian en estas áreas de altas concentraciones de BTEX. Además, el tolueno presentó los valores más altos de concentraciones en algunas escuelas y hogares reflejando la exposición personal de los niños y el 7% de las muestras de benceno superó el límite de 5 $\mu g/m^3$.

De igual modo en el estudio realizado por Altamirano & Meneses (2018) se determinó las concentraciones de BTEX en el Distrito Metropolitano de Quito mediante el muestreo pasivo junto con una extracción por ultrasonido, utilizando hexano como solvente, para el posterior análisis mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama, se evaluaron 43 puntos de monitoreo con un tiempo de muestreo de 30 días, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2016 y enero del 2017. Es así que se colocó un muestreador pasivo por punto de muestreo; por lo que se obtuvieron 172 muestras en los 4 meses. Obteniendo un rango de concentración de Benceno de 0,07 – 13,85 µg/m3, siendo de 5 µg/m3 el valor máximo según normativa ambiental anual de la Comisión Europea. Además, se identificó el aumento de

concentración de BTEX para el año 2017, esto debido al incremento de la congestión vehicular.

2.2. Bases teóricas

3.2.1. Contaminación Atmosférica

La contaminación atmosférica es una de las mayores preocupaciones del mundo. Sus efectos repercuten en la vida, la salud humana, producción y propiedades. Es así que en zonas urbanas afecta a cerca de un billón de personas, quienes se encuentran expuestas a posibles enfermedades respiratorias. En la actualidad es objeto de extensa investigación científica, debido a los enormes costos de contaminación que se pueden expresar en términos de consecuencias directas biológicas y en términos de impacto económico. (Brusseau et al., 2019)

3.2.2. Contaminantes Atmosféricos

Los contaminantes atmosféricos tienen origen natural, antropogénico o ambos. Se presentan en forma gaseosa o partículas, que a concentraciones altas pueden dañar el ambiente o la salud humana; depende principalmente del total de masa del contaminante, las condiciones atmosféricas, así como el transporte y deposición de la mismas. Según EPA se clasifican en contaminantes primarios y contaminantes secundarios. (Brusseau et al., 2019)

3.2.3. Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Los compuestos orgánicos volátiles, COVs, se emiten a la tropósfera, y son emitidos principalmente por fuentes antropogénicas. En las zonas urbanas son principalmente por emisiones vehiculares. (Placet et al, 2000) Además otros compuestos orgánicos volátiles, desempeñan un papel central en la química

troposférica y la contaminación fotoquímica del aire (Atkinson, 2000). Su impacto es negativo en el medio ambiente y la salud pública, por ello es motivo de gran preocupación (Liu et al., 2009).

3.2.4. Los BTX

Los BTX son un conjunto de moléculas formados por el benceno, el etilbenceno, el tolueno, el orto-xileno, el meta-xileno y el para-xileno. Los BTX hacen parte del grupo denominado Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), los cuales son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo. Cabe resaltar que la importancia de los COV reside en su capacidad como precursores del ozono troposférico y su papel como destructores del ozono estratosférico (Spiker y Morris, 2001).

3.2.5. Benceno

Los hidrocarburos monoaromáticos representan una fracción considerable de los combustibles fósiles como la gasolina y el diésel, estos pueden ser emitidos a la atmósfera ya sea por volatilización o por combustión incompleta. Entre estos compuestos, el Benceno tiene un impacto directo en la salud humana como consecuencia de su carácter cancerígeno y mutagénico (World Meteorological Organization WHO, 2000). El Benceno se encuentra principalmente en la fase gaseosa y tienen una considerable influencia en la troposfera química, principalmente en la formación de la fotoquímica oxidante, como el ozono y el nitrato de peroxiacetilo y en un menor en la reacción con el ozono.

El Benceno es el contaminante más dañino y es responsable de la contaminación mieloide leucemia. Un estudio de la Organización Mundial de la Salud (World Meteorological Organization WHO, 2000), estimó que para una exposición a concentraciones urbanas de 1,7 $\mu g/m^3$, 10 casos de leucemia por millón de habitantes deberían de esperarse.

3.2.6. Tolueno

Corrêa et al. (2012), indica que el tolueno, o también conocido como metilbenceno, es la principal materia prima a partir de la cual se obtienen otras sustancias y productos derivados del benceno como, por ejemplo, el ácido benzoico, el fenol, la sacarina, medicamentos, colorantes, perfumes, TNT y detergentes.

A temperatura y presiones ordinarias, es un líquido incoloro con un olor similar a los disolventes de pintura, y se caracteriza por ser miscible con la mayoría de disolventes orgánicos no polares, sin embargo, es casi inmiscible con el agua. Químicamente se genera por el ciclo de hidrogenación de n-heptano en presencia de catalizadores, aunque también se obtiene como subproducto en el proceso de formación de propeno y etileno.

3.2.7. Xileno

El xileno, xilol o dimetilbenceno, $C_6H_4\,(CH_3)_2$ es un derivado dimetilado del Benceno. El término xilenos totales se refiere a los tres isómeros del xileno (m-, o-, y p-xileno). La mezcla de xileno contiene los tres isómeros y generalmente también contiene 6 a 15% de etilbenceno. Es un líquido inflamable incoloro de olor dulce. Los xilenos, en particular el m-xileno, es un elemento activo foto químicamente en la formación de ozono, se ha comprobado los efectos en el sistema

nervioso central en humanos voluntarios, neurotoxicidad en ratas y malos olores. Concentración ambiental promedio entre 1 a 100 µg/m3 (OMS, 2005).

3.2.8. Reactividad de los BTX

La reacción con radicales OH es el principal proceso de degradación de los compuestos BTX. Los tiempos de vida del benceno y tolueno son de 9.4 y 1.9 días, siendo el benceno el más estable debido a su tiempo de vida y su baja reactividad, por otro lado, la especie xileno tiene la mayor reactividad y bajo tiempo de vida por ello permanece en la atmósfera por un corto tiempo. Los compuestos con menor reactividad son el benceno y tolueno, son transportados por largas distancias sin degradarse, por ello es común sus altas concentraciones (Cruz et al., 2019).

La elevada temperatura puede contribuir significativamente en el aumento de concentraciones de BTX en el aire debido al aumento en la evaporación de BTX en las fuentes. Además, también se puede ver afectado por la baja calidad de combustibles con alto contenido de benceno y otros compuestos aromáticos. (Abbasi, y otros, 2020). La radiación solar y las altas temperaturas favorecen las reacciones fotoquímicas (Cruz et al., 2019).

Las concentraciones de BTX incrementan en función a la temperatura en las estaciones de gas, ya que el proceso de evaporación es el responsable del incremento de las concentraciones de BTX en el aire. Por otro lado, la velocidad de viento tiene una relación indirectamente proporcional, debido a que altas concentraciones de BTX son alcanzados a altas temperaturas y con baja velocidad de viento (Baghani et al., 2019).

En relación a la formación de O_3, los compuestos más importantes son el tolueno y xileno tanto en verano e invierno, siendo el benceno el menor aportante (Hajizadeh et al., 2018).

3.2.9. BTX y la Salud

Durante las últimas décadas los compuestos orgánicos volátiles como el benceno, el tolueno, el etilbenceno y el meta, para- y orto-, xilenos (BTEX) han ganado interés en el campo de estudio de la calidad del aire exterior e interior (Bertoni et al., 2002). Los COV pueden entrar en el cuerpo fácilmente a través del aire y, por lo tanto, causan riesgos para la salud en exposiciones de larga duración, incluso a bajas concentraciones. Especialmente el benceno se considera cancerígeno para los humanos, probablemente responsable de la leucemia mieloide.

En Europa, la concentración de benceno en el ambiente está regulada por directrices (Parlamento Europeo y Consejo. Directiva 2000/69/CE) y se limita a 5 mg/m^3 como promedio anual. Además, los COVs representan en la atmósfera una causa de aumento de los niveles de ozono y de oxidantes fotoquímicos, que se reconocen como perjudiciales para el ser humano la salud y los ecosistemas (Khoder, 2007)

Las principales fuentes externas de emisión de estos compuestos son los escapes de los automóviles y pérdidas por evaporación de combustible, emisiones industriales, refinación de petróleo y el almacenamiento, los recubrimientos de superficie y el uso de disolventes. Sin embargo, en países desarrollados e industrializados, el tráfico es la más importante fuente de altos niveles de

contaminación en las ciudades y por lo tanto también una alta exposición de la población en el medio ambiente (Zhao et al., 2004).

3.2.10. Riesgos de Cáncer

El benceno puede causar riesgos de cáncer y promover enfermedades como la policitemia, leucemia, trastornos hematológicos y anemia aplásica. De acuerdo con la Agencia Internacional de investigación de cáncer, el benceno está categorizado como carcinógeno (Grupo 1) mientras el tolueno y xileno están clasificados como no carcinogénicos (Grupo 3).

La evaluación de riesgos para la salud es el mejor procedimiento para determinar los efectos sobre la salud carcinógenos y no carcinógenos de BTX en el aire ambiente (Golkhorshidi et al., 2019).

3.2.11. BTX y los primeros estudios en otros países

Fernández, et al. (2004) llevaron a cabo mediciones de BTEX en Coruña, una ciudad mediana de España, y encontraron concentraciones de 3,4 mg/m^3 de benceno, 23,6 mg/ m^3 para el tolueno, 3,3 mg/m^3 para el etilbenceno, 5,1 mg/m^3 para xileno y 2,7 mg/m^3 para o-xileno, concluyendo que el tráfico fue la principal fuente de BTEX en el área estudiada.

Estudios realizada en Dinamarca en 1997/1998 indicaron que las emisiones del tráfico contribuyen a la concentración del Benceno; el valor medio anual de benceno en el aire urbano exterior fue 2,9 mg/m^3 (Skov et al., 2001a).

La alta densidad de tráfico en los cañones de las calles parecía ser la principal fuente de benceno, etilbenceno y xilenos para la contaminación en interiores en un estudio realizado en Alemania por (Ilgen et al., 2001a, b); las

concentraciones encontradas fueron de 9,6 mg/m^3 25,7 mg/m^3 y 27,6 mg/m^3 para el benceno, tolueno, y la suma de xilenos, respectivamente.

Cocheo et al. (2000), llevaron a cabo un estudio de los niveles de contaminación urbana, en interiores de vivienda por benceno en seis ciudades europeas, incluyendo Amberes. El promedio anual de la concentración urbana de benceno para Amberes se encontró que era 4,4 mg/m^3.

3.2.12. Variables meteorológicas

Temperatura.

La temperatura es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. De hecho, la información meteorológica que aparece en los medios de comunicación casi siempre incluye un apartado dedicado a las temperaturas: sabemos que la temperatura del aire varía entre el día y la noche, entre una estación y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra. En invierno puede llegar a estar bajo los 0º C y en verano superar los 40º C (Rodríguez, 2004)

Presión Atmosférica

El aire que nos rodea, aunque no lo notemos, pesa y, por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. Esta fuerza por unidad de superficie es la denominada presión atmosférica, cuya unidad de medida en el Sistema Internacional es el Pascal (1 Pascal = 1N/m^2).

La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud. Cuanto más arriba en la atmósfera nos encontremos, la cantidad de aire por encima de nosotros será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí (Rodríguez, 2004).

Viento

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento, pero normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura.

En el primer caso, cuando entre dos zonas la presión del aire es distinta, éste tiende a moverse desde la zona de alta presión a la zona de baja presión. Algo similar a lo que ocurre dentro de un tubo de pasta de dientes cuando presionamos en un extremo para hacer salir el dentífrico. Al apretar, lo que producimos es una diferencia de presión entre ese punto y el extremo abierto. Los meteorólogos dirían que se ha producido un gradiente o diferencia de presión entre ambos extremos.

Para poder disponer de medidas directas de velocidad y dirección del viento, los meteorólogos utilizan distintos instrumentos de medida:

Medida de la velocidad horizontal del viento: el instrumento más utilizado es el anemómetro de cazoletas en el que el giro de las mismas es proporcional a la velocidad del viento. La unidad de medida es el km/h o el m/s.

Medida de la dirección: para ello se utilizan las veletas, que indican la procedencia geográfica del viento (Rodríguez, 2004).

La Humedad

El agua es uno de los principales componentes de la atmósfera, en la que puede existir como gas, como líquido, y como sólido. La presencia del agua en los tres estados de agregación se debe a que las condiciones físicas (temperatura y

presión) necesarias para que se produzcan dichos cambios de estado se dan normalmente en la atmósfera (Rodríguez, 2004).

La Precipitación

El volumen de lluvia que llega al suelo en un período determinado, se expresa en función del nivel que alcanzaría sobre una proyección horizontal de la superficie de la tierra. Se mide mediante un pluviómetro que consiste en un cilindro cuya boca receptora tiene un área de 200 cm^2, por un anillo de bronce con borde biselado, en el parte superior unido al borde biselado cuyo fondo tiene forma de embudo y ocupa aproximadamente la mitad del cilindro. El agua recogida va a través del embudo a una vasija de boca estrecha llamada colector, y para evitar la evaporación por calentamiento, está aislada del cilindro exterior (Rodríguez, 2004).

3.2.13. Parámetros de Monitoreo meteorológico

De acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire, aprobado por Decreto Supremo N° 10-2019-MINAM, establece que en una estación de monitoreo de calidad de aire debe contar, por lo menos con una estación meteorológica, las variables meteorológicas intervienen en la dispersión, deposición y transporte de los contaminantes, asimismo sus datos permiten orientar su interpretación, las variables a medir se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2

Parámetros Meteorológicos

Parámetro	Instrumento y/o elemento sensible y/o sensor	Unidad	Símbolo	Rango	Resolución
Temperatura Ambiental	Termistor o termocupla o termoresistores metálicos	Grado Celsius	°C	- 40 a 60	0,1
Humedad relativa	Transductores de tipo condensadores	Porcentaje	%	0 – 100	1%
Velocidad de Viento	Cazoletas, propeller (hélice) o sónico	Metro por segundo	m/s	0.5 a 50	0,5
Dirección de viento	Veleta o sónico	Grado	*	0 a 360	1,0
Precipitación	Tipping bucket (balancín)	Milímetro por hora	Mm	0 a 500	0.2
Presión Atmosférica	Transductores que emplean elementos de silicio o condensadores	Hectopascal	Hpa	500 – 1050	0,1

Fuente: SENAHMI, 2013

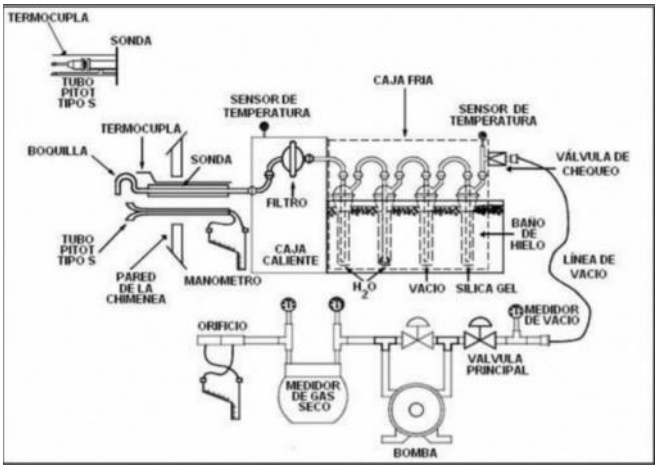
3.2.14. Tren de muestreo para gases ambientales.

El método activo para gases ambientales se basa en el tren de muestreo ambiental, el cual está conformado por un conjunto de impingers o frascos colectores para cada gas que se quiera muestrear.

Los impingers tienen dos conexiones: una para el ingreso del aire, y otra la salida del aire y su transporte hacia el dispositivo de control, dispositivo de medición de flujo y bomba de succión. A cada impinger se le vierte una cantidad de sustancia liquida absorbente como medio de colección. La sustancia a usar depende del analito que se desea medir.

Figura 1

Esquema de funcionamiento de tren de muestreo



Fuente: IDEAM 2011

3.2.15. Criterio para la selección de método de medición de BTX.

El método de medición se seleccionó de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire, aprobado por Decreto Supremo N° 10-2019-MINAM, donde contempla Método alternativo manual (activo o pasivo) como método de monitoreo, tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3

Criterio de selección de método de monitoreo para BTX

Requerimiento temporal de la información	Enfoque del monitoreo	Consideraciones generales	Método a seleccionar	Aspectos a considerar
Referida al día, fracción de día, o periodos más extensos	Monitoreo vinculado a planes de acción para la mejora de la calidad del aire	Presupuesto suficiente/ disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad	Método de referencia o equivalente manual (activo o pasivo)	Los resultados obtenidos pueden ser comparados con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondiente.
	Monitoreo orientado a la prevención / evaluación de riesgos en salud ambiental	Presupuesto limitado/ dificultades respecto a la disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad	Método alternativo manual (activo o pasivo)	Salvo se cumpla lo indicado en el capítulo G del presente protocolo, los resultados obtenidos no se pueden comparar con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalente) así como con los ECA correspondiente.

Fuente: D.S. N° 010-2019-MINAM.

3.2.14. Criterio para la frecuencia de monitoreo del BTX.

La frecuencia de monitoreo se determinó de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire, aprobado por Decreto Supremo N° 10-2019-MINAM, donde contempla frecuencia mínima de muestreo según el tipo de monitoreo, conforme la tabla N° 04.

Tabla 4

Criterio para la frecuencia de monitoreo del BTX

Tipo de tecnología	Tipo de monitoreo	Periodo a promediar (en base al ECA)	Mínima suficiencia de información valida requerida	Frecuencia mínima por muestra o registro
Automática	Continuo	1 hora	>75% (45 minutos)	Continua
		8 horas	>75% (6 horas)	Continua
		24 horas	>75% (18 horas)	Continua
		Mensual	>75% (23 días)	Continua
		Anual	>75% (9 meses)	Continua
Activo	Discontinuo	1 hora	>90% (54 minutos)	Una muestra horaria cada 6 días
		8 horas	>90% (7 horas)	Una muestra octohoraria cada 6 días
		24 horas	>90% (22 horas)	Una muestra diaria cada 6 días
		Mensual	>14% (5 días)	Sobre la base de muestreo diarios: Una muestra diaria cada 6 días o Sobre la base de muestras mensuales: una muestra integrada de un mes
		Anual	>14% (2 meses)	Sobre la base de muestreos diarios: una muestra diaria cada 6 días, o 30 muestras diarias contiguas para verano y 30 muestras diarias contiguas para invierno o, sobre la base de muestreos mensuales: una muestra integrada de un mes para verano y una muestra integrada de un mes para invierno

Fuente: D.S. N° 010-2019-MINAM.

3.2.15. Marco legal Nacional

Mediante Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias, donde se establecen las concentraciones por cada parámetro.

Tabla 5

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu g/m^3$)	Criterios de evaluación	Método de análisis
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frio (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frio (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Método para PM_{10} (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrogeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: (D.S 003-2017-MINAM).

3.2.16. Marco legal Internacional.

El Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) es la agencia federal encargada de hacer investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo, ver tabla N° 05.

Tabla 6

Límite de exposición por 8 horas (NIOSH - EE. UU)

BTEX	NR–15	Grado de peligro	NIOSH
Benceno	0	Máximo	3.19 mg/m^3
Tolueno	290 mg/m^3	Promedio	375 mg/m^3
Etil benceno	340 mg/m^3	Promedio	435 mg/m^3
Xilenos	340 mg/m^3	Promedio	435 mg/m^3

Fuente: NIOSH

3.2.17. Consorcio Terminal (Oiltalking de G&M y Petroperú)

El Terminal Ilo se encuentra situado en la Av. Mariano Lino Urquieta N° 1003, Distrito y Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua; aproximadamente a 1,300 Km. al Sur de Lima. El acceso es por la Carretera Panamericana Sur y por vía marítima. Tiene un área de 72,652.00 m^2 y cuenta con una capacidad de almacenamiento de combustibles de 208,264 MB. El Terminal Ilo se abastece de combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos mediante buques tanque, provenientes de las refinerías de Talara, La Pampilla y Conchán (Oiltalking de G&M y Petroperú).

Figura 2

Tanques para almacenar combustible



Fuente: Oiltalking de G&M y Petroperú

Tabla 7

Detalle de los tanques de almacenamiento operativos

N° Tanque	Producto	Capacidad Neta (Bls)
11	Diesel B5	19906
2	Gasolina 95	3869
13	Diesel B5 - S50	15030
15	Diesel B5-S50	19942
17	Diesel 2	66662
18	Diesel B5	30645
16	Petróleo Industrial 6	29618
19	Slop	2917
12	Diesel B5	18606
14	Agua Contra Incendios	10275
H1	Alcohol Carburante	190
H2	Alcohol Carburante	190

Fuente: Oiltalking de G&M y Petroperú

3.2.18. Instituciones Educativas.

Una I.E. es un sistema organizado de estructuras que está fuertemente arraigado de valores, sentimientos y actitudes con una finalidad conocida por todos: la gestión del proceso enseñanza aprendizaje. Pero, en sí misma es un sistema basado en el intercambio de información entre los emisores y receptores. Donde los papeles tanto del emisor como del receptor se ven intercambiados permanentemente (Alonso A., Ed. 2004).

2.3. Definición de términos

3.3.1 COV.

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son contaminantes del aire y cuando se mezclan con óxidos de nitrógeno, reaccionan para formar ozono (a nivel del suelo o troposférico). La presencia de concentraciones elevadas de ozono en el aire que respiramos es muy peligrosa.

Los efectos sobre la salud de la exposición a ozono incluyen: irritación de ojos y vías respiratorias; astenia, cefaleas; alergias; disminución de la función pulmonar y lesiones al hígado, riñones, pulmones y sistema nervioso central. Los efectos sobre el medio ambiente incluyen la alteración de la función fotosintética de las plantas (Real Decreto 117/2003)

3.3.2 BTX.

Los hidrocarburos aromáticos conocidos bajo la denominación: BTX, son un conjunto de moléculas formado por el benceno, el tolueno, el orto- xileno, para-xileno, meta-xileno y etil-benceno, son sustancias químicas que tienen la propiedad

de disolver cuerpos grasos, tienen un amplio uso en la fabricación de pinturas (Rubiano, 2013).

3.3.3 ECA.

Los ECA son indicadores de calidad ambiental, miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentran presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan peligro para los seres humanos ni al ambiente (D. S. N° 003-2017 MINAM).

3.3.4 MINAM.

El Ministerio del Ambiente es una rama del Poder Ejecutivo del Perú creada el 13 de mayo de 2008 mediante Decreto Legislativo N° 1013. Su función ser rector del sector ambiental con las funciones de diseñar, establecer, ejecutar y supervisar la política nacional y sectorial ambiental (D.L. N° 1016, 2008).

3.3.5 SENAMHI.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú es un organismo técnico especializado del Estado Peruano que brinda información sobre el pronóstico del tiempo, así como asesoría y estudios científicos en las áreas de hidrología, meteorología, agrometeorología y asuntos ambientales (D.L. N° 17532, 1969).

3.3.6 EPA.

Agencia de Protección del Medio Ambiente es una agencia del gobierno federal de Estados Unidos encargada de proteger la salud humana y proteger el medio ambiente: aire, agua y suelo (EPA, 2017).

3.3.6 OMS.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) es el organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención a nivel mundial en la salud, definida en su Constitución como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente como la ausencia de afecciones o enfermedades (OMS, 2021)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación.

Existen diferentes tipos y niveles de investigación, para la presente investigación, tomaremos la clasificación de Dankhe (1986), quien los divide en: ***exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos.***

Por su finalidad la presente investigación es **DESCRIPTIVO**, por que busca evaluar y medir diversos aspectos, dimensiones de los BTX en Instituciones Educativas aledaños al terminal combustibles Ilo.

Es necesario hacer notar que los estudios descriptivos miden de manera más bien independiente las variables con los que tienen que ver. Aunque, desde luego, pueden integrar las mediciones de cada una de dichas variables para decir cómo se manifiesta el fenómeno de interés, su objetivo no es indicar cómo se relacionan las variables medidas (Hernández et al., 2010)

Tabla 8

Características de la investigación

Tipo	**DESCRIPTIVO**
Criterio	Miden de manera más bien independiente las variables

Fuente: Elaborado por el autor.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de la presente investigación por su naturaleza es **DESCRIPTIVA CORRELACIONAL,** debido a que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos (Arias, 2006). Así saber cómo se comporta una variable conociendo el

comportamiento de otra variable relacionada, a partir del valor obtenido en la variable o variables relacionadas. (Hernández et al., 2010).

Tabla 9

Tipo de nivel de investigación

Nivel	**DESCRIPTIVA CORRELACIONAL**
Criterio	Su finalidad es determinar el grado de relación o asociación (no causal) existente entre dos variables

Fuente: Elaborado por el autor

3.2. Ámbito temporal y espacial

El presente estudio de investigación se desarrolló en las instituciones educativas (DANIEL BECERRA OCAMPO, MERCEDES CABELLO DE CARBONERA, SAN LUIS) aledaños al consorcio terminal, y un punto de control en la institución educativa FE Y ALEGRÍA ubicado en la pampa inalámbrica, del distrito de Ilo durante el periodo de fines octubre del 2020 a diciembre del 2020.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selltiz, 2006). La muestra suele ser definida como un subgrupo de la población (Sudman, 1976).

Para la presente investigación la población está constituida por las instituciones educativas básica regular de los niveles de inicial, primaria y secundaria, el distrito de Ilo cuenta con 133 instituciones educativas de gestión pública y privada (ESCALE, 2019).

3.3.2 Muestra

Las muestras se categorizan en muestras probabilísticas y no probabilísticos, en estas últimas todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos. Esto se obtiene definiendo las características de la población, el tamaño de la muestra y a través de una selección aleatoria y/o mecánica de las unidades de análisis (Hernández et al., 2010).

Para la presente investigación la muestra es **NO PROBABILÍSTICO**, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con la conveniencia. Aquí el procedimiento no es mecánico, ni en base a fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisión, las muestras seleccionadas por decisiones subjetivas (Hernández et al., 2010).

Las muestras para la investigación, se seleccionaron de las 133 Instituciones educativas del Distrito de Ilo, 4 instituciones, los cuales son; la institución estatal de secundaria " Daniel becerra Ocampo" (01), institución educativa Particular "San Luis" (02), "Mercedes Cabello de Carbonera" (03) los cuales están aledaños al Consorcio Terminal, y donde se realizaron los monitoreos de los BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) y la otra institución educativa, "Fe y Alegría" (04), el cual está alejado del Consorcio Terminal, donde también se realizó el monitoreo de BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) y será referido como el punto blanco o de control.

3.4. Instrumentos

Para el trabajo de campo se procedió a seguir el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 10-2019-MINAM para métodos activos mediante tubos de carbón activado.

Tabla 10

Metodología experimental e instrumentos

DISEÑO POR OBJETIVO	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Determinar la concentración de los BTX (Benceno, Tolueno y Xileno)	**ASTM D 3686-95** Captación de contaminantes por Tubos absorbentes de carbón activado (coconut charcoal, 20/40 mesh 5/100 mg)	Tren de muestreo para gases
Monitorear las variables meteorológicas en cada estación de muestreo.	**ASTM D5741 - 96 (2011)** Práctica estándar para caracterizar el viento en la superficie con una veleta y un anemómetro giratorio.	Estación meteorológica y software libre weatherlink
Relacionar las variables meteorológicas con la concentración de los BTX en las instituciones educativas	**La Gráfica de Correlación:** Chart.Correlation. Analiza la correlación de las concentraciones de los BTX (benceno, tolueno y xileno) con las variables meteorológicas. **La Gráfica Polar de Frecuencias:** polarFreq. Evalúa los parámetros que seleccionemos con respecto a la distribución de la velocidad y dirección del viento.	Software libre R y Rstudio. Paquetes Performance Analytics y Openair
Comparar las concentraciones de los BTX (Benceno, Tolueno Y Xileno) del entorno a las instituciones educativas, aledaños al Consorcio Terminal, con otra institución educativa alejado del mismo Consorcio terminal.	**Método de Interpolación:** Kriging. Evalúa las concentraciones de BTX en cada punto de monitoreo.	ArcGis

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. Materiales

- Tubos con carbón activado
- Manguerillas de teflón de 6 a 10 mm de diámetro
- Bomba de vacío, para mantener flujo de 0.5 l/min, con rotámetro
- Guantes quirúrgicos
- Caja de herramientas
- Papel aluminio
- Cinta aislante

3.4.2. Equipos

- Estación meteorológica.
- Tren de muestreo.
- Cromatógrafo de gases.
- Flujómetro
- GPS.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Procedimiento de muestreo de aire.

Para el muestreo del gas se empleó un tren de muestreo, que consiste en un sistema dinámico (ACTIVO) compuesto por una bomba presión - succión, un controlador de flujo y forzándolo a pasar a través de un tubo (o columna) de carbón activado, a razón de flujo de 0,1 litros por minuto, en un periodo de tiempo determinado (4 horas), expresándose los resultados en microgramos por muestra (µg/muestra). Ver la siguiente tabla de la metodología de toma de muestras.

La conversión de las unidades de µg/muestra a µg/m^3 se realizó siguiendo las pautas del Protocolo Nacional de Calidad de Aire del 2019, donde indica el siguiente procedimiento de conversión para gases (**ANEXO 06**).

$$Concentración\ Gas\ = \frac{M}{Vstd}$$

$$Concentración\ de\ Gas = \frac{M}{Va\ \times \frac{Pa}{Pstd} \times \frac{Tstd}{Ta}}$$

$$Concentración\ de\ Gas = \frac{M}{Qa \times t\ \times \frac{Pa}{Pstd} \times \frac{Tstd}{Ta}}$$

Donde:
M = Concentración (μg)
Qa = Flujo de muestreo (m^3/min)
t = Tiempo de muestreo (min)
Pa = Presión Atmosférica en el periodo de muestreo (atm, KPa, mmHg)
Pstd = Presión Atmosférica (1 atm, 101,3 KPa, 760 mmHg)
Ta = Temperatura en el periodo de muestreo (K)
Tstd = Temperatura (298 K)

Tabla 11

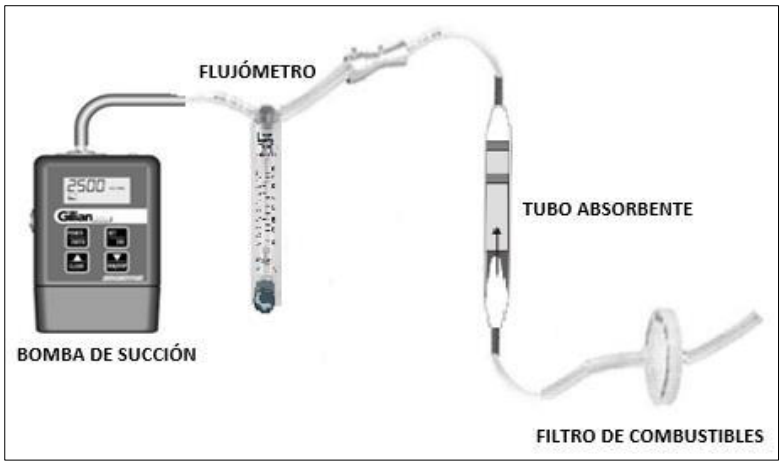
Método para la toma de muestra de BTX

Parámetro	Metodología de muestreo y análisis	Solución capadora de muestreo	Volumen de la solución captadora	Tiempo (horas)	Caudal L/m	Tipo de almacenamiento
BTX	ASTM D 3686-95	Tubos absorbentes de carbón activado	01 unidad	4	0.1	En tubo adsorbente de carbón activado tapado herméticamente

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3

Esquema de absorción de aire, método activo



Fuente: Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

3.5.2. Procedimiento de monitoreo meteorológico.

El monitoreo meteorológico es fundamental y necesario en todo monitoreo de la calidad ambiental del aire, se enciende la consola para el registro de datos meteorológicos durante 4 horas y la descarga de datos de la estación meteorológica posterior.

Tabla 12

Metodología de muestreo meteorológico

PARÁMETRO	METODOLOGÍA	LÍMITE DE DETECCIÓN	UNIDAD
Dirección de viento	ASTM D5741 – 96 (2011)	-	°
Humedad relativa		0.1	%
Presión atmosférica		0.1	mmHg
Temperatura		0	°C
Precipitación		0.2	mm
Velocidad de viento		0.1	m/s

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4

Estación meteorológica



Fuente: Elaboración Propia.

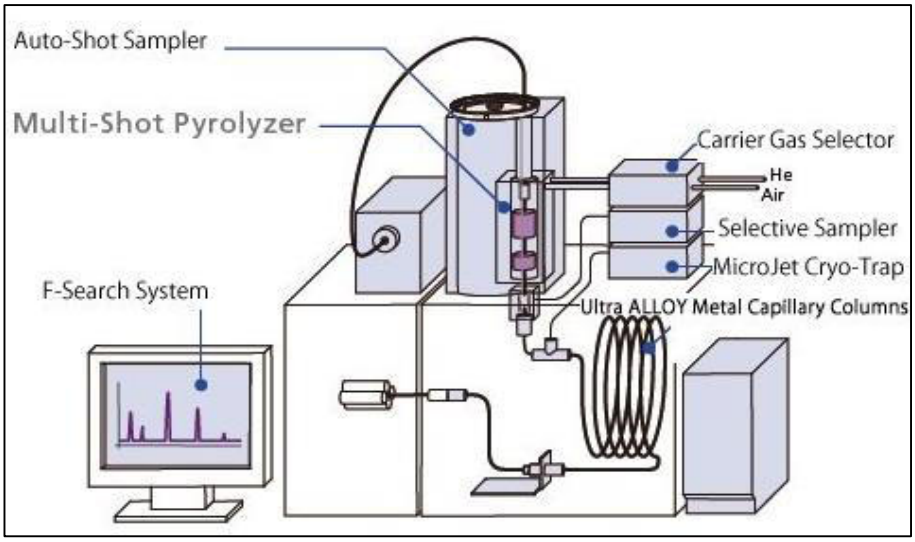
3.5.3. Método para análisis en laboratorio

Las muestras obtenidas fueron resguardas y conservadas, para ser trasladadas al laboratorio ALS LS PERU SA, en donde por el método ASTM D 3687 – 07 (2012) "Standard practice for análisis of organic compound vapors collected by the activated charcoal Tube adsorption method".

Este método de prueba es aplicable para el análisis de muestras tomadas del lugar de trabajo u otras atmósferas siempre que el contaminante se adsorba en el carbón vegetal, que pueda extraerse adecuadamente del carbón vegetal y que pueda analizarse mediante cromatografía de gases (GC).

Figura 5

Esquema de cromatografía de gases



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6

Tubo absorbente de carbón activado



Fuente: Elaboración Propia.

3.5.4. Frecuencia y cantidad de puntos de estudio

En el proyecto de investigación se ha considerado tomar 4 puntos de estudio (CA-01), (CA-02), (CA-03) y (CA-04), con una frecuencia de cada 6 días 1 monitoreo por 4 horas, según lo recomendado por el por el D.S N° 010-2019-MINAM.

Tabla 13

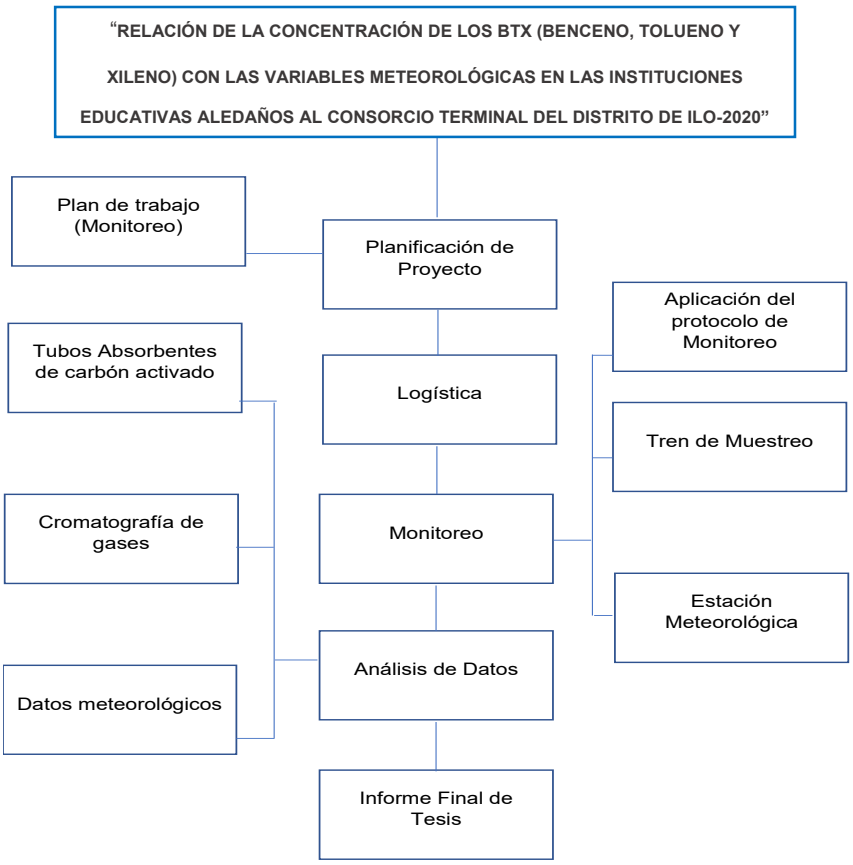
Frecuencia de monitoreo

Punto	Institución educativa	Parámetro	Frecuencia de monitoreo	Periodo de tiempo monitoreo	Total de monitoreos
A	Mercedes Cabello Carbonera.	Benceno, Tolueno y Xileno	1 de 6 días	4 h	9
B	San Luis	Benceno, Tolueno y Xileno	1 de 6 días	4 h	9
C	Daniel Becerra Ocampo	Benceno, Tolueno y Xileno	1 de 6 días	4 h	9
D	Fe y Alegría	Benceno, Tolueno y Xileno	1 de 6 días	4 h	9

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 7

Diagrama de Flujo del desarrollo de la investigación



Fuente: Elaborado por el autor.

3.6. Análisis de datos

3.6.1. Metodología para análisis estadístico de muestras.

Coeficiente de Variación

El coeficiente de variación es la relación entre la desviación típica de una muestra y su media. El coeficiente de variación permite comparar las dispersiones de dos distribuciones distintas, siempre que sus medias sean positivas. La mayor dispersión corresponde al valor del coeficiente de variación mayor.

A través del software R se usó este método para comparar los resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en cada una de las instituciones

educativas, de igual modo evaluar el grado de dispersión de las muestras obtenidas, mediante la siguiente fórmula.

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \cdot 100\%$$

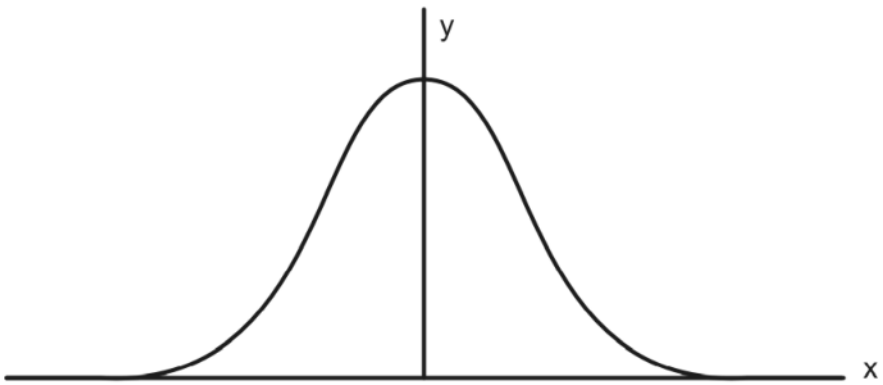
Donde:
CV = Coeficiente de Variación
σ = Desviación estándar de la población
μ = Media aritmética de la población

Prueba de Normalidad

La distribución normal es aquella en la cual los datos forman una campana perfecta o de Gauss.

Figura 8

Distribución Normal



Fuente: (Galindo-Dominguez, 2020)

La prueba de Shapiro-Wilk es aplicable para muestras pequeñas (<50 casos), de esta manera se determinó el tipo de prueba estadística correspondiente al presente estudio.

Consiste en establecer la hipótesis a evaluar y determinar el valor de significancia.

CONTRASTE DE HIPOTESIS

H_0: la muestra proviene de una población normal

H_1: la muestra NO proviene de una población normal.

SIGNIFICANCIA

5% = 0.05

Teniendo en consideración que existen dos grandes grupos; pruebas paramétricas y pruebas no paramétricas. Se compara los p – valor obtenidos con el valor de significancia (0.05):

- **p – valor > 0.05:** se acepta la Hipótesis Nula **(H_0)** se aplican las pruebas paramétricas.
- **p – valor < 0.05:** se rechaza la Hipótesis Nula **(H_0)** se aplican las pruebas no paramétricas

A través del software R, se realizó la prueba de Shapiro a las concentraciones (Benceno, Tolueno y Xileno) y a las variables meteorológicas (velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, presión y precipitación) en cada una de las instituciones educativas evaluadas.

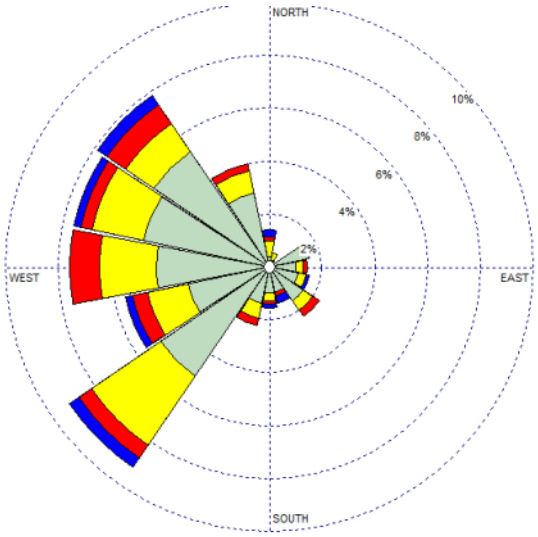
3.6.2. Metodología para análisis de datos meteorológicos.

La Rosa de Vientos: windRose.

Se realizó una rosa de vientos para el conjunto de datos adoptando como campo de velocidad de viento el encabezado WS, y como dirección de viento el encabezado WD, Se realizó rosas de vientos de cada institución educativa evaluada, adoptando un intervalo de 1 m/s para representar la velocidad en los distintos ejes de la rosa de vientos y representando los datos en ejes cada 30º (un total de 9 por punto de monitoreo), mediante el Software R.

Figura 9

Rosa de vientos



Fuente: Manual de lenguaje R

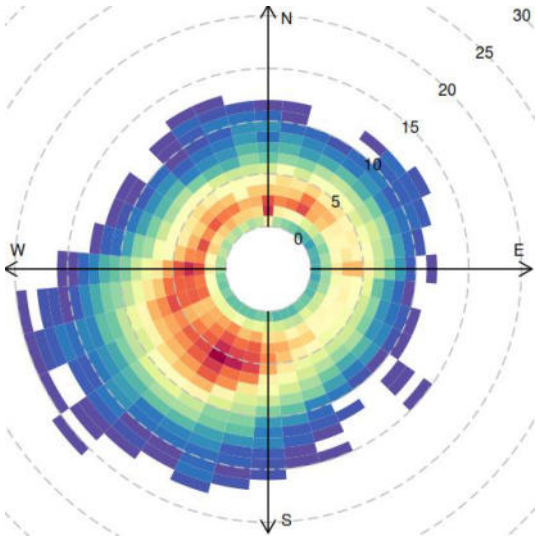
3.6.3. Metodología para análisis de datos de calidad de aire.

La Gráfica Polar de Frecuencias: polarFreq

La función polarFreq pertenece al paquete Open Air del Software R, con el cual se analizó los resultados emitidos por el laboratorio sobre las concentraciones de los BTX (benceno, tolueno y xileno), en relación a la velocidad y dirección del viento, pudiendo observarse cómo existe una dirección predominante en cada institución educativa evaluada.

Figura 10

La gráfica polar de frecuencias



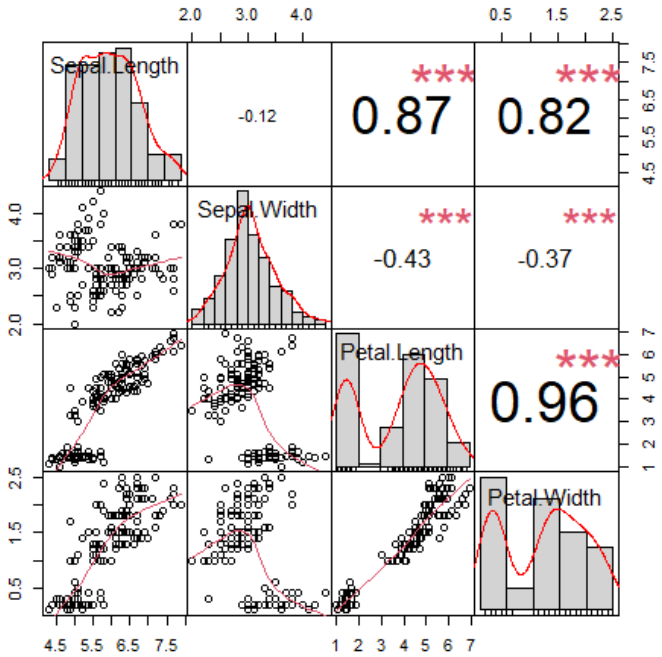
Fuente: Manual de lenguaje R

La Gráfica de Correlación: Chart.Correlation

La función Chart.Correlation pertenece al paquete Performance Analytics del Software R, con el cual se analizó la correlación de las concentraciones de los BTX (benceno, tolueno y xileno) con las variables meteorológicas (Velocidad del Viento, Temperatura, Presión, Humedad Relativa y Precipitación) a través del método de Spearman (Pruebas no Paramétricas) con gráficas de histogramas, funciones de densidad, líneas de regresión suavizadas y coeficientes de correlación con los niveles de significancia correspondientes (si no hay estrellas, la variable no es estadísticamente significativa, mientras que una, dos y tres estrellas significan que la variable correspondiente es significativo a niveles del 10%, 5% y 1%, respectivamente), en cada institución educativa evaluada

Figura 11

Gráfica de Correlación



Fuente: Manual de lenguaje R

3.6.4. Metodología para análisis de comparación de concentraciones BTX

Método de Interpolación

El método de Kriging pertenece a Arcgis, con el cual se compararon las concentraciones de los BTX (benceno, tolueno y xileno) de cada institución educativa evaluada.

IV. RESULTADOS

4.1. Concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en los puntos de monitoreo

La ubicación de los puntos de monitoreo de BTX como se demuestra en el ANEXO 02, se detallan a continuación:

Tabla 14

Coordenadas de las Instituciones Educativas

Denominación	Nombre	Coordenadas	
		Este	Norte
A	I.E Mercedes Cabello de Carbonera	251791	8048905
B	I.E San Luis	251635	8048826
C	I.E Daniel Becerra Ocampo	251780	8048128
D	I.E Fe y Alegría	254358	8047734

Fuente: Elaborado por el autor

Además, los resultados de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno convertidos a µg/m^3 se muestran en los **ANEXO 07, ANEXO 08, ANEXO 09 y ANEXO 10.**

4.1.1. Resultados de Concentraciones de BTX de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

Se obtuvieron las siguientes concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera en el periodo de monitoreo, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 15

Concentraciones de BTX en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

Denominación	Fecha	Benceno Promedio (µg/m^3)	Tolueno Promedio (µg/m^3)	Xileno Promedio (µg/m^3)
A.1	27/10/2020	0.244	1.222	1.629
A.2	2/11/2020	0.244	1.219	1.626
A.3	9/11/2020	0.242	1.212	1.615
A.4	16/11/2020	0.242	1.208	1.610
A.5	23/11/2020	0.241	1.206	1.609

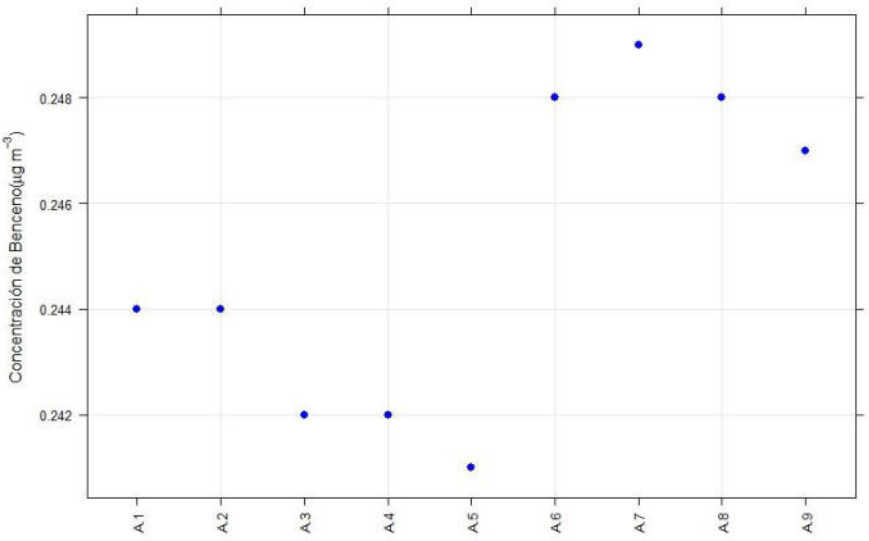
A.6	30/11/2020	0.248	1.241	1.655
A.7	7/12/2020	0.249	1.245	1.660
A.8	14/12/2020	0.248	1.239	1.651
A.9	21/12/2020	0.247	1.236	1.648

Fuente: Elaborado por el autor

Según información de la Tabla 16, se procedió a graficar los resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera en el Software R.

Figura 12

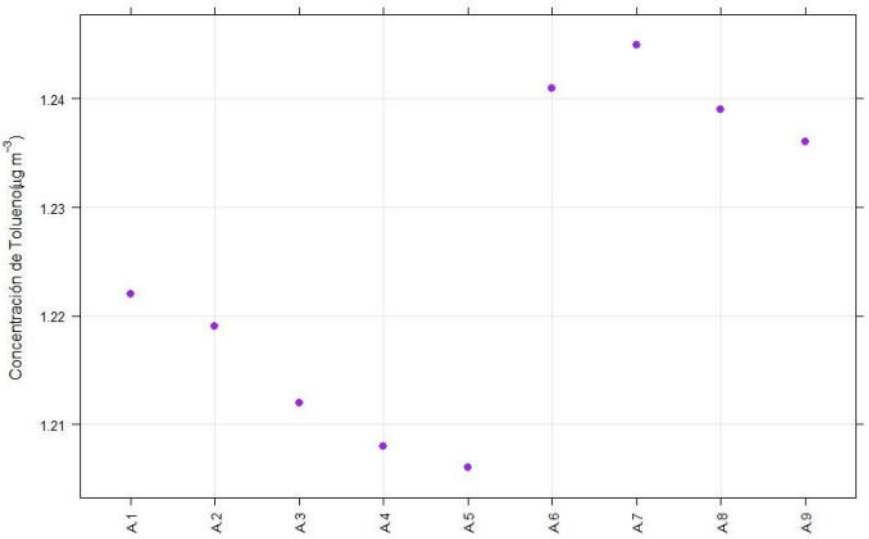
Concentraciones Promedio de Benceno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 13

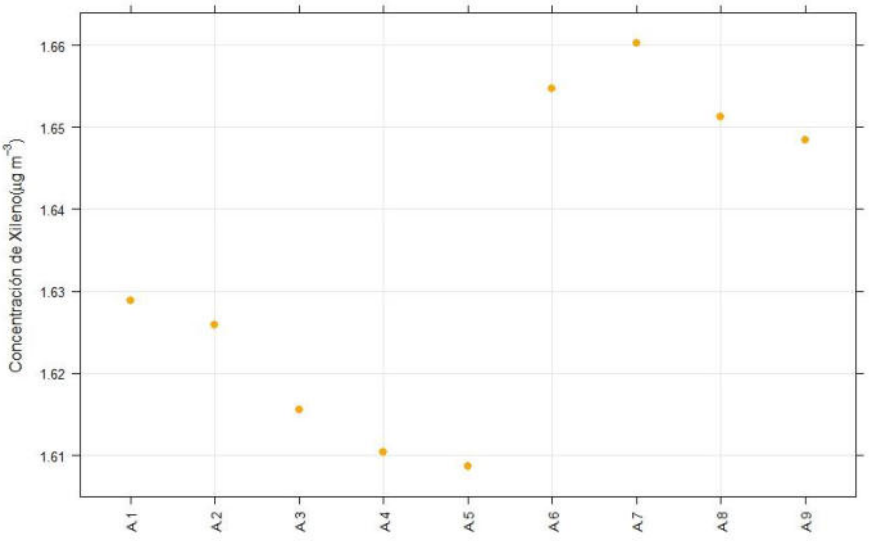
Concentraciones Promedio de Tolueno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 14

Concentraciones Promedio de Xileno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en las gráficas, las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera tienen sus valores máximos en A.7 con concentraciones promedio de 0.249 µg/m^3, 1.245 µg/m^3, 1.660 µg/m^3, respectivamente y sus valores mínimos en A.5 con concentraciones promedio de 0.241 µg/m^3, 1. 206 µg/m^3, 1.609 µg/m^3, respectivamente.

Cabe resaltar que para los valores de Benceno no superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire que establece el valor de 2 µg/m^3.

4.1.2. Resultados de Concentraciones de BTX de la I. E San Luis

Se obtuvieron las siguientes concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en la I. E San Luis en el periodo de monitoreo, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 16

Concentraciones de BTX en la I. E San Luis

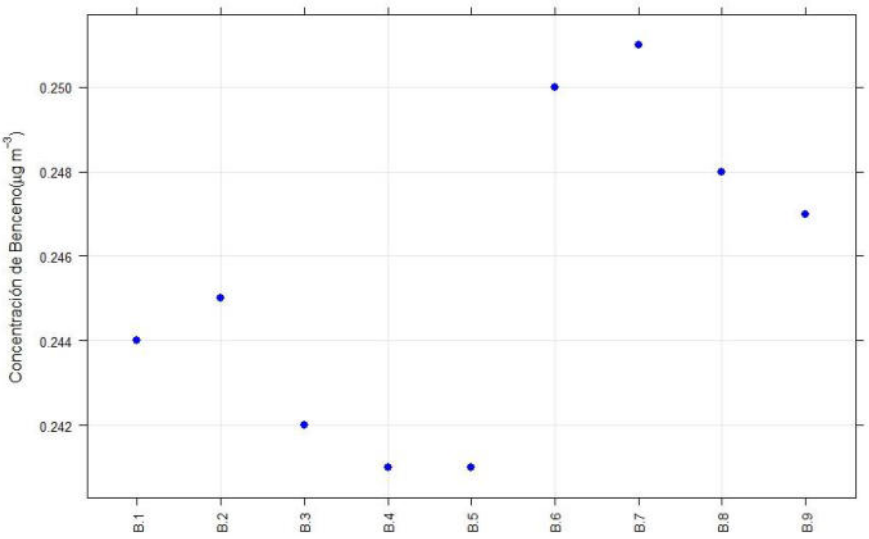
Denominación	Fecha	Benceno Promedio (µg/m^3)	Tolueno Promedio (µg/m^3)	Xileno Promedio (µg/m^3)
B.1	28/10/2020	0.244	1.218	1.625
B.2	3/11/2020	0.245	1.224	1.632
B.3	10/11/2020	0.242	1.211	1.615
B.4	17/11/2020	0.241	1.207	1.610
B.5	24/11/2020	0.241	1.207	1.610
B.6	1/12/2020	0.250	1.250	1.667
B.7	8/12/2020	0.251	1.253	1.671
B.8	15/12/2020	0.248	1.241	1.655
B.9	22/12/2020	0.247	1.237	1.649

Fuente: Elaborado por el autor

Según información de la Tabla 17, se procedió a graficar los resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E San Luis en el Software R, como se muestra en las siguientes gráficas.

Figura 15

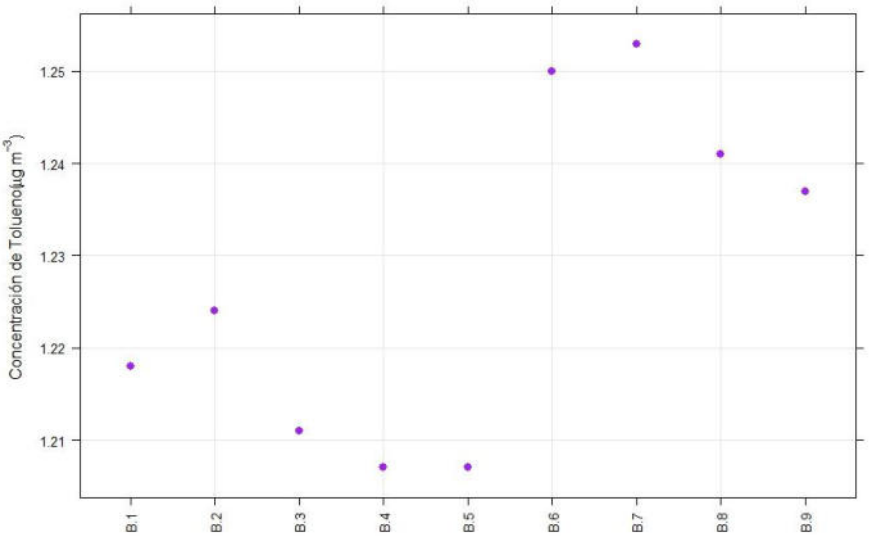
Concentraciones Promedio de Benceno de la I. E San Luis



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 16

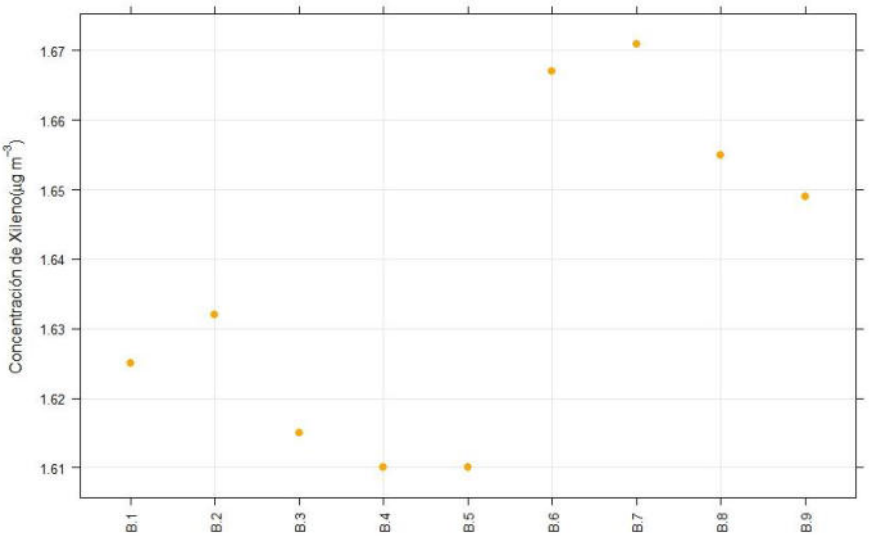
Concentraciones Promedio de Tolueno de la I. E San Luis



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 17

Concentraciones Promedio de Xileno de la I. E San Luis



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en las gráficas, las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en la I. E San Luis tienen sus valores máximos en B.7 con concentraciones promedio de 0.251 µg/m^3, 1.253 µg/m^3, 1.671 µg/m^3, respectivamente y sus valores mínimos en B.4 y B.5 con concentraciones promedio de 0.241 µg/m^3, 1. 207 µg/m^3, 1.610 µg/m^3, respectivamente.

Cabe resaltar que para los valores de Benceno no superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire que establece el valor de 2 µg/m^3.

4.1.3. Resultados de Concentraciones de BTX de la I. E Daniel Becerra Ocampo

Se obtuvieron las siguientes concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en la I. E Daniel Becerra Ocampo en el periodo de monitoreo, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 17

Concentraciones de BTX en la I. E Daniel Becerra Ocampo

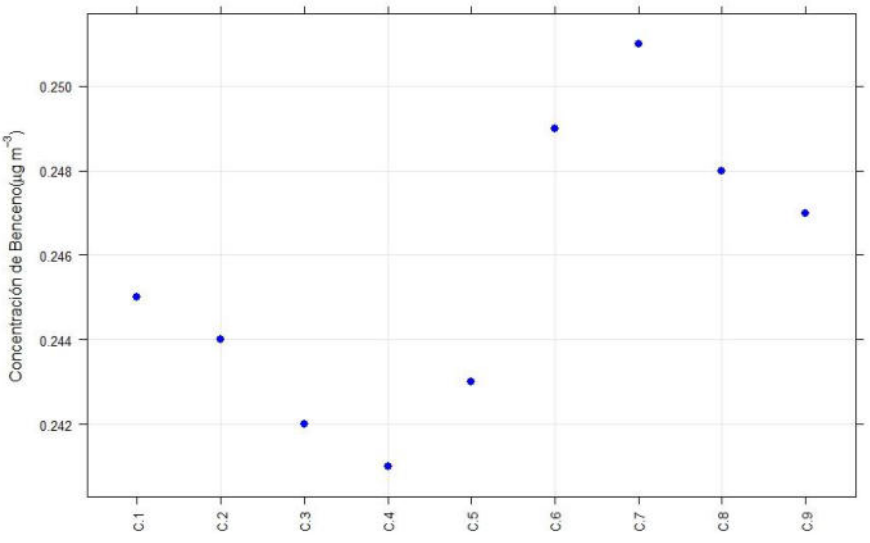
Denominación	Fecha	Benceno Promedio ($\mu g/m^3$)	Tolueno Promedio ($\mu g/m^3$)	Xileno Promedio ($\mu g/m^3$)
C.1	29/10/2020	0.245	1.226	1.634
C.2	4/11/2020	0.244	1.220	1.627
C.3	11/11/2020	0.242	1.209	1.612
C.4	18/11/2020	0.241	1.206	1.607
C.5	25/11/2020	0.243	1.213	1.618
C.6	2/12/2020	0.249	1.244	1.659
C.7	9/12/2020	0.251	1.254	1.672
C.8	16/12/2020	0.248	1.242	1.656
C.9	23/12/2020	0.247	1.235	1.647

Fuente: Elaborado por el autor

Según información de la Tabla 18, se procedió a graficar los resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Daniel Becerra Ocampo en el Software R.

Figura 18

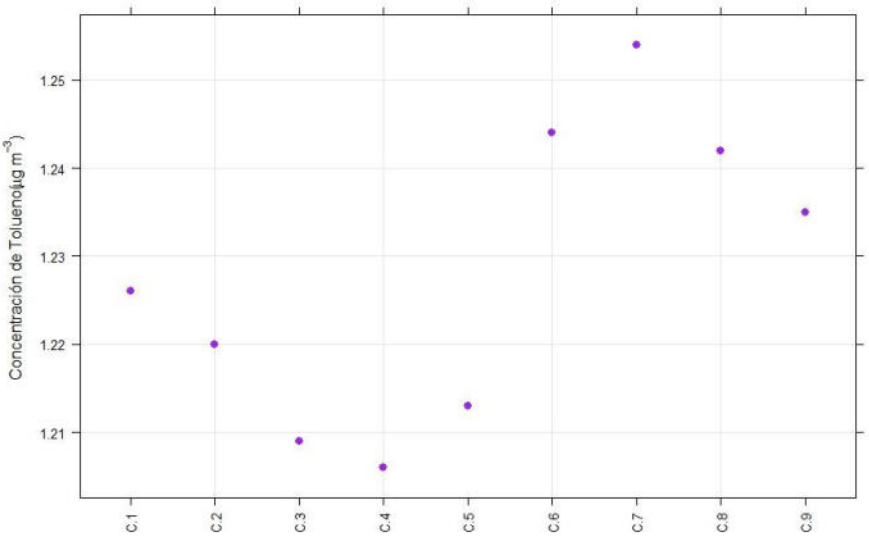
Concentraciones Promedio de Benceno de la I. E Daniel Becerra Ocampo



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 19

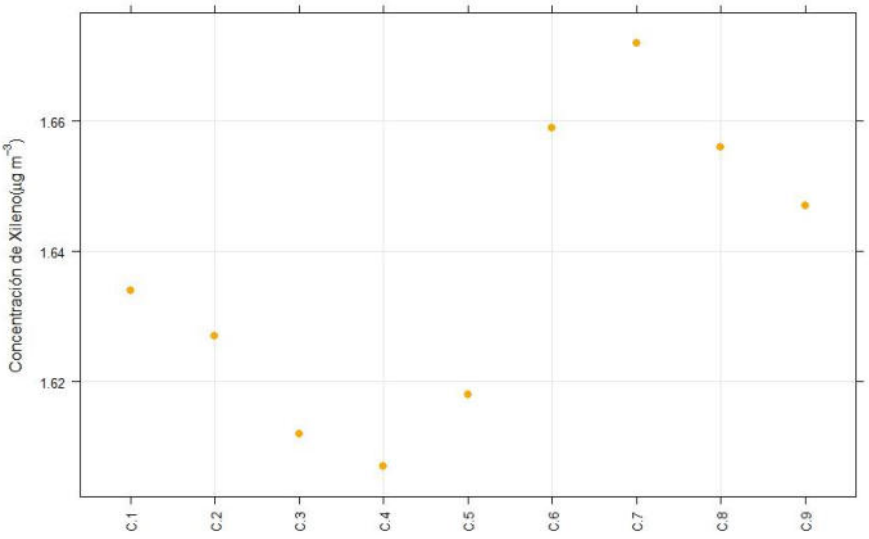
Concentraciones Promedio de Tolueno de la I. E Daniel Becerra Ocampo



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 20

Concentraciones Promedio de Xileno de la I. E Daniel Becerra Ocampo



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en las gráficas, las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en la I. E Daniel Becerra Ocampo tienen sus valores máximos en C.7 con concentraciones promedio de 0.251 µg/m^3, 1.254 µg/m^3, 1.672 µg/m^3, respectivamente y sus valores mínimos en C.4 con concentraciones promedio de 0.241 µg/m^3, 1. 206 µg/m^3, 1.607 µg/m^3, respectivamente.

Cabe resaltar que para los valores de Benceno no superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire que establece el valor de 2 µg/m^3.

4.1.4. Resultados de Concentraciones de BTX de la I.E Fe y Alegría

Se obtuvieron las siguientes concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en la I. E Fe y Alegría en el periodo de monitoreo, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 18

Concentraciones de BTX en la I. E Fe y Alegría

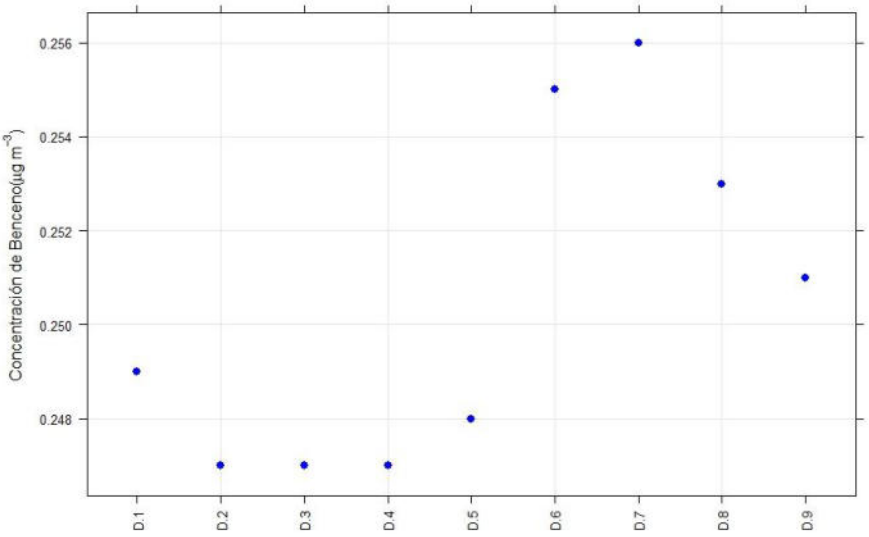
Denominación	Fecha	Benceno Promedio (µg/m^3)	Tolueno Promedio (µg/m^3)	Xileno Promedio (µg/m^3)
D.1	30/10/2020	0.249	1.246	1.662
D.2	5/11/2020	0.247	1.237	1.650
D.3	12/11/2020	0.247	1.236	1.649
D.4	19/11/2020	0.247	1.237	1.650
D.5	26/11/2020	0.248	1.238	1.651
D.6	3/12/2020	0.255	1.275	1.700
D.7	10/12/2020	0.256	1.281	1.708
D.8	17/12/2020	0.253	1.266	1.689
D.9	24/12/2020	0.251	1.253	1.671

Fuente: Elaborado por el autor

Según información de la Tabla 19, se procedió a graficar los resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Fe y Alegría en el Software R.

Figura 21

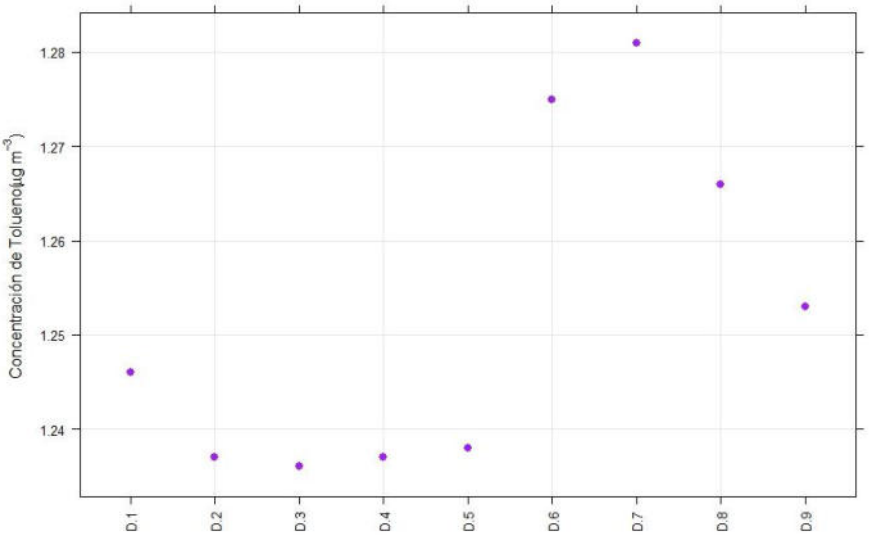
Concentraciones Promedio de Benceno de la I. E Fe y Alegría



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 22

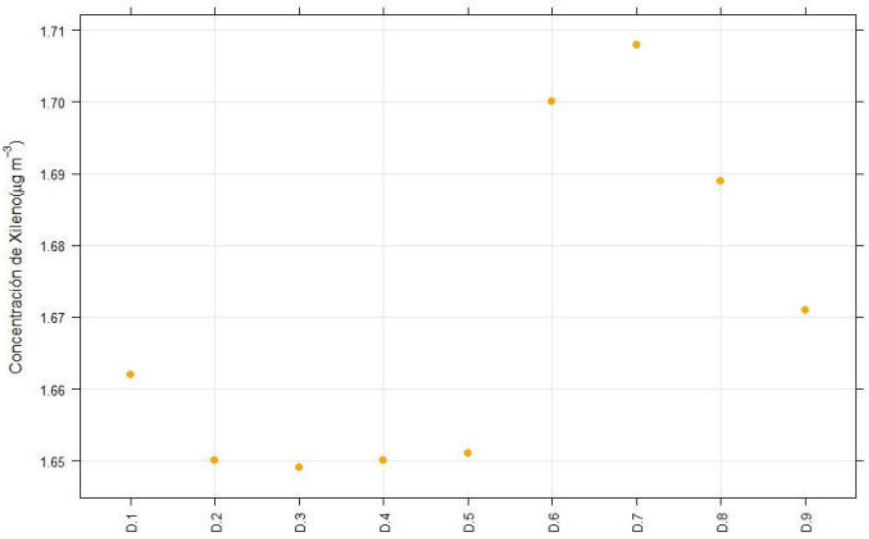
Concentraciones Promedio de Tolueno de la I. E Fe y Alegría



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 23

Concentraciones Promedio de Xileno de la I. E Fe y Alegría



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en las gráficas, las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en la I. E Fe y Alegría tienen sus valores máximos en D.7 con concentraciones promedio de 0.256 µg/m^3, 1.281 µg/m^3, 1.708 µg/m^3, respectivamente y sus valores mínimos en D.3 con concentraciones promedio de 0.247 µg/m^3, 1. 236 µg/m^3, 1.649 µg/m^3, respectivamente.

Cabe resaltar que para los valores de Benceno no superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire que establece el valor de 2 µg/m^3.

4.2. Análisis Estadísticos de las Muestras

4.2.1. I. E Mercedes Cabello de Carbonera

Coeficiente de Variación

Se procedió a calcular la desviación estándar y media aritmética de las concentraciones de Benceno, Tolueno, Xileno obtenidas en la I.E Mercedes Cabello de

Carbonera para poder obtener los valores de coeficiente de variación en cada punto de monitoreo.

Tabla 19

Coeficiente de Variación de las concentraciones de BTX en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

Contaminante	Desviación Estándar	Media Aritmética	Coeficiente de Variación
Benceno	0.002971158	0.2450278	1.21257996
Tolueno	0.01470048	1.225306	1.199739494
Xileno	0.01959519	1.633833	1.19933861

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los coeficientes de Variación, se puede observar que el Benceno es el contaminante con una distribución de mayor dispersión con el valor de 1.21257996 en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera.

Prueba de Normalidad

Se realizó el test de Shapiro – Wilk para determinar qué tipo de distribución poseen las concentraciones de BTX en la I.E Mercedes Cabello de Carbonera.

Tabla 20

Prueba de Normalidad de concentraciones de BTX en I.E Mercedes Cabello de Carbonera

Prueba Estadística "Shapiro – Wilk"		
Hipótesis	**H_0:** la muestra proviene de una población normal **H_1:** la muestra NO proviene de una población normal.	
Significancia	5% = 0.05	
Concentraciones	**w**	**p – valor**
Benceno	0.88576	0.001424
Tolueno	0.88308	0.001214
Xileno	0.88371	0.00126

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los valores p – valor de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno con el valor de significancia (0.05), se puede observar que los valores p – valor son inferiores (0.001424, 0.001214 y 0.00126), por ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, las concentraciones no provienen de una población normal en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera.

Además, se realizó el test de Shapiro – Wilk para determinar qué tipo de distribución poseen las variables meteorológicas (Velocidad del viento, Temperatura, Humedad Relativa, Precipitación, Presión) en la I.E Mercedes Cabello de Carbonera.

Tabla 21

Prueba de Normalidad de las variables meteorológicas en I.E Mercedes Cabello de Carbonera

Prueba Estadística "Shapiro – Wilk"		
Hipótesis	**H_0:** la muestra proviene de una población normal **H_1:** la muestra NO proviene de una población normal.	
Significancia	5% = 0.05	
Variables meteorológicas	**w**	**p – valor**
Velocidad del viento	0.96257	0.2578
Temperatura	0.85636	0.0002675
Humedad Relativa	0.97249	0.4973
Presión	0.90718	0.005392
Precipitación	-	-

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los valores p – valor de las variables meteorológicas con el valor de significancia (0.05), se puede observar que los valores p – valor de velocidad del viento y humedad relativa son superiores (0.2578 y 0.4973), por ende, se acepta la hipótesis nula (H_0), es decir, la velocidad del viento y la humedad relativa si provienen de una población normal en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera. Por otro lado, se puede observar que los valores p – valor de temperatura y Presión son inferiores (0.0002675 y 0.005392), por

ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, la temperatura y la presión no provienen de una población normal en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera. Cabe señalar que la precipitación solo posee un valor como dato, el cual es 0, por ende, el test de Shapiro – Wilk no se puede ejecutar para dicha variable.

4.2.2. I. E San Luis

Coeficiente de Variación

Se procedió a calcular la desviación estándar y media aritmética de las concentraciones de Benceno, Tolueno, Xileno obtenidas en la I.E San Luis para poder obtener los valores de coeficiente de variación en cada punto de monitoreo.

Tabla 22

Coeficiente de Variación de las concentraciones de BTX en la I. E San Luis

Contaminante	Desviación Estándar	Media Aritmética	Coeficiente de Variación
Benceno	0.003613467	0.2455	1.471880652
Tolueno	0.0176697	1.227694	1.439259294
Xileno	0.02356026	1.637	1.439233965

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los coeficientes de Variación, se puede observar que el Benceno es el contaminante con una distribución de mayor dispersión con el valor de 1.471880652 en la I. E San Luis.

Prueba de Normalidad

Se realizó el test de Shapiro – Wilk para determinar qué tipo de distribución poseen las concentraciones de BTX en la I.E San Luis.

Tabla 23

Prueba de Normalidad de concentraciones de BTX en I.E San Luis

Prueba Estadística "Shapiro – Wilk"		
Hipótesis	**H_0:** la muestra proviene de una población normal **H_1:** la muestra NO proviene de una población normal.	
Significancia	5% = 0.05	
Concentraciones	**w**	**p – valor**
Benceno	0.89142	0.002004
Tolueno	0.88372	0.001261
Xileno	0.88333	0.001232

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los valores p – valor de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno con el valor de significancia (0.05), se puede observar que los valores p – valor son inferiores (0.002004, 0.001261 y 0.001232), por ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, las concentraciones no provienen de una población normal en la I. E San Luis.

Además, se realizó el test de Shapiro – Wilk para determinar qué tipo de distribución poseen las variables meteorológicas (Velocidad del viento, Temperatura, Humedad Relativa, Precipitación, Presión) en la I.E San Luis.

Tabla 24

Prueba de Normalidad de las variables meteorológicas en I.E San Luis

Prueba Estadística "Shapiro – Wilk"		
Hipótesis	**H_0:** la muestra proviene de una población normal **H_1:** la muestra NO proviene de una población normal.	
Significancia	5% = 0.05	
Variables meteorológicas	**w**	**p – valor**
Velocidad del viento	0.93123	0.02727
Temperatura	0.88596	0.001441
Humedad Relativa	0.95579	0.159
Presión	0.90336	0.004223
Precipitación	-	-

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los valores p – valor de las variables meteorológicas con el valor de significancia (0.05), se puede observar que los valores p – valor de humedad relativa es superior (0.159), por ende, se acepta la hipótesis nula (H_0), es decir, la humedad relativa si provienen de una población normal en la I.E San Luis. Por otro lado, se puede observar que los valores p – valor de velocidad del viento, temperatura y Presión son inferiores (0.02727, 0.001441 y 0.004223), por ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, la velocidad del viento, temperatura y la humedad relativa no provienen de una población normal en la I. E San Luis. Cabe señalar que la precipitación solo posee un valor como dato, el cual es 0, por ende, el test de Shapiro – Wilk no se puede ejecutar para dicha variable.

4.2.3. I. E Daniel Becerra Ocampo

Coeficiente de Variación

Se procedió a calcular la desviación estándar y media aritmética de las concentraciones de Benceno, Tolueno, Xileno obtenidas en la I.E Daniel Becerra Ocampo para poder obtener los valores de coeficiente de variación en cada punto de monitoreo.

Tabla 25

Coeficiente de Variación de las concentraciones de BTX en la I. E Daniel Becerra Ocampo

Contaminante	Desviación Estándar	Media Aritmética	Coeficiente de Variación
Benceno	0.003307519	0.2455556	1.346953195
Tolueno	0.01664418	1.227667	1.355756895
Xileno	0.02234809	1.636861	1.365301635

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los coeficientes de Variación, se puede observar que el Xileno es el contaminante con una distribución de mayor dispersión en la I. E Daniel Becerra Ocampo.

Prueba de Normalidad

Se realizó el test de Shapiro – Wilk para determinar qué tipo de distribución poseen las concentraciones de BTX en la I.E Daniel Becerra Ocampo.

Tabla 26

Prueba de Normalidad de concentraciones de BTX en I.E Daniel Becerra Ocampo

Prueba Estadística "Shapiro – Wilk"		
Hipótesis	**H_0:** la muestra proviene de una población normal **H_1:** la muestra NO proviene de una población normal.	
Significancia	5% = 0.05	
Concentraciones	**w**	**p – valor**
Benceno	0.92393	0.01645
Tolueno	0.92946	0.02411
Xileno	0.93015	0.02529

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los valores p – valor de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno con el valor de significancia (0.05), se puede observar que los valores p – valor son inferiores (0.01645, 0.02411 y 0.02529), por ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, las concentraciones no provienen de una población normal en la I. E Daniel Becerra Ocampo.

Además, se realizó el test de Shapiro – Wilk para determinar qué tipo de distribución poseen las variables meteorológicas (Velocidad del viento, Temperatura, Humedad Relativa, Precipitación, Presión) en la I.E Daniel Becerra Ocampo.

Tabla 27

Prueba de Normalidad de las variables meteorológicas en I.E Daniel Becerra Ocampo

Prueba Estadística "Shapiro – Wilk"		
Hipótesis	**H_0:** la muestra proviene de una población normal **H_1:** la muestra NO proviene de una población normal.	
Significancia	5% = 0.05	
Variables meteorológicas	**w**	**p – valor**
Velocidad del viento	0.88107	0.001078
Temperatura	0.92298	0.01542
Humedad Relativa	0.95065	0.1096
Presión	0.96755	0.3625
Precipitación	-	-

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los valores p – valor de las variables meteorológicas con el valor de significancia (0.05), se puede observar que los valores p – valor de humedad relativa y presión son superiores (0.1096 y 0.3625), por ende, se acepta la hipótesis nula (H_0), es decir, la humedad relativa y presión si provienen de una población normal en la I.E Daniel Becerra Ocampo. Por otro lado, se puede observar que los valores p – valor de velocidad de viento y temperatura son inferiores (0.001078 y 0.01542), por ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, la velocidad del viento y temperatura no provienen de una población normal en la I. E Daniel Becerra Ocampo.

4.2.4. I.E Fe y Alegría

Coeficiente de Variación

Se procedió a calcular la desviación estándar y media aritmética de las concentraciones de Benceno, Tolueno, Xileno obtenidas en la I.E poder obtener los valores de coeficiente de variación en cada punto de monitoreo.

Tabla 28

Coeficiente de Variación de las concentraciones de BTX en la I. E Fe y Alegría

Contaminante	Desviación Estándar	Media Aritmética	Coeficiente de Variación
Benceno	0.003451708	0.2505	1.377927345
Tolueno	0.01700467	1.252389	1.357778614
Xileno	0.02276357	1.669861	1,363201488

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los coeficientes de Variación, se puede observar que el Benceno es el contaminante con una distribución de mayor dispersión en la I. E Fe y Alegría.

Prueba de Normalidad

Se realizó el test de Shapiro – Wilk para determinar qué tipo de distribución poseen las concentraciones de BTX en la I.E Fe y Alegría.

Tabla 29

Prueba de Normalidad de concentraciones de BTX en I.E Fe y Alegría

Prueba Estadística "Shapiro – Wilk"		
Hipótesis	**H_0:** la muestra proviene de una población normal **H_1:** la muestra NO proviene de una población normal.	
Significancia	5% = 0.05	
Concentraciones	**w**	**p – valor**
Benceno	0.83027	6.906e-05
Tolueno	0.83852	0.0001047
Xileno	0.84057	0.0001163

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los valores p – valor de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno con el valor de significancia (0.05), se puede observar que los valores p – valor son inferiores (6.906e-05, 0.0001047 y 0.0001163), por ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, las concentraciones no provienen de una población normal en la I. E Fe y Alegría.

Además, se realizó el test de Shapiro – Wilk para determinar qué tipo de distribución poseen las variables meteorológicas (Velocidad del viento, Temperatura, Humedad Relativa, Precipitación, Presión) en la I.E Fe y Alegría.

Tabla 30

Prueba de Normalidad de las variables meteorológicas en I.E Fe y Alegría

Prueba Estadística "Shapiro – Wilk"		
Hipótesis	**H_0:** la muestra proviene de una población normal **H_1:** la muestra NO proviene de una población normal.	
Significancia	5% = 0.05	
Variables meteorológicas	**w**	**p – valor**
Velocidad del viento	0.97232	0.4923
Temperatura	0.83566	9.054e-05
Humedad Relativa	0.97906	0.7137
Presión	0.68311	1.552e-07
Precipitación	-	-

Fuente: Elaborado por el autor

Al comparar los valores p – valor de las variables meteorológicas con el valor de significancia (0.05), se puede observar que los valores p – valor de velocidad del viento y humedad relativa son superiores (0.4923 y 0.7137), por ende, se acepta la hipótesis nula (H_0), es decir, la velocidad del viento y la humedad relativa si provienen de una población normal en la I.E Fe y Alegría. Por otro lado, se puede observar que los valores p – valor de temperatura y Presión son inferiores (9.054e-05 y 1.552e-07), por ende, se rechaza la hipótesis nula (H_0), es decir, la temperatura y presión no provienen de una población normal en la I. E Fe y Alegría.

4.3. Análisis de los Datos meteorológicos

4.3.1. Rosa de Vientos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

A través del paquete OPEN AIR de R, se elaboraron rosas de vientos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 31

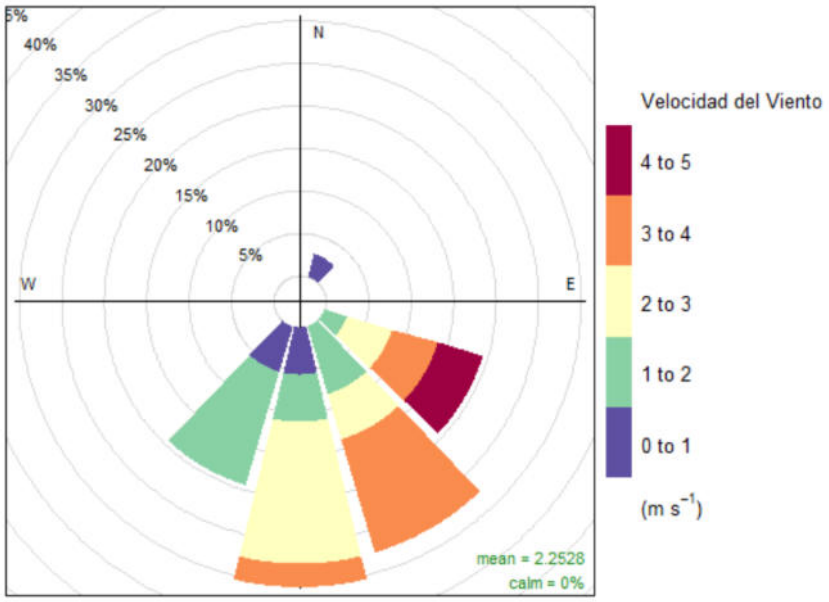
Características de la Rosa de Vientos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

Denominación	Intervalo	Ángulo	Cuadrícula
A: I. E Mercedes Cabello de Carbonera	1 m/s	30°	5

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 24

Rosa de Vientos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur (30%), sur-sudeste (27.5%), este-sudeste (19%) y sur-sudoeste (19%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%. Se elaboraron rosas de vientos específicas para cada periodo de muestreo en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera **(ANEXO 11 y 12).**

4.3.2. Rosa de Vientos de la I. E San Luis

A través del paquete OPEN AIR de R, se elaboraron rosas de vientos de la I. E San Luis de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 32

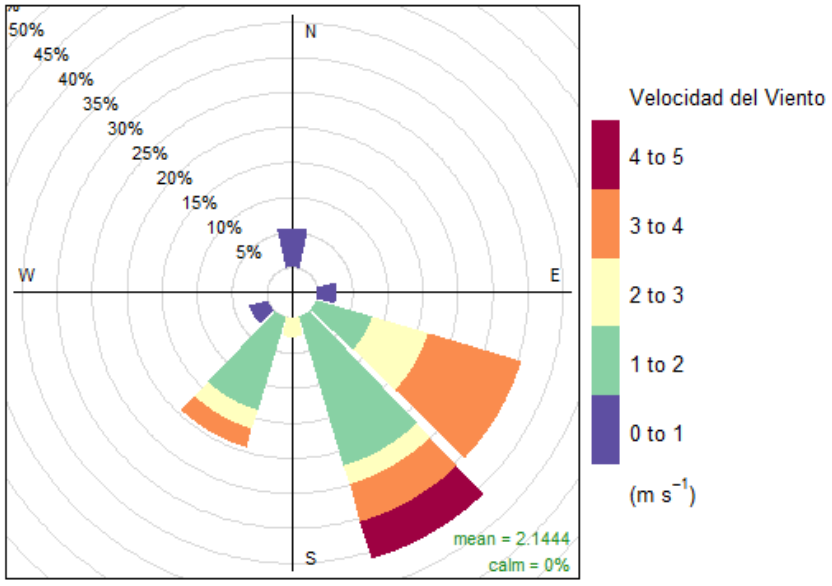
Características de la Rosa de Vientos de la I. E San Luis

Denominación	Intervalo	Ángulo	Cuadrícula
B: I. E San Luis	1 m/s	30°	5

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 25

Rosa de Vientos de la I. E San Luis



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento en la I. E San Luis, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudeste (36%), este-sudeste (31%), sur-sudoeste (19%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s con frecuencias de calma del 2.8%. Se elaboraron rosas de vientos específicas para cada periodo de muestreo en la I. E San Luis **(ANEXO 13 y 14).**

4.3.3. Rosa de Vientos de la I. E Daniel Becerra Ocampo

A través del paquete OPEN AIR de R, se elaboraron rosas de vientos de la I. E Daniel Becerra Ocampo de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 33

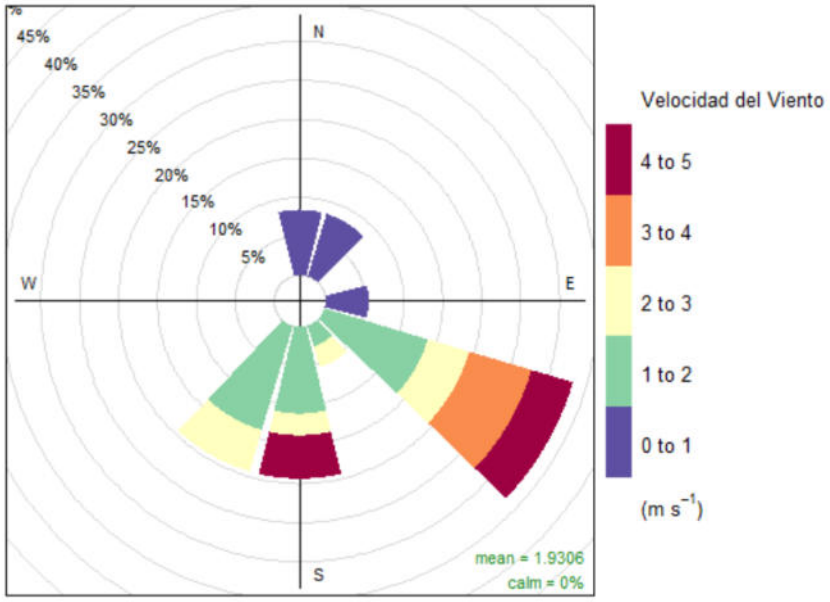
Características de la Rosa de Viento de I. E Daniel Becerra Ocampo

Denominación	Intervalo	Ángulo	Cuadrícula
C: I. E Daniel Becerra Ocampo	1 m/s	30°	5

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 26

Rosa de Vientos de la I. E Daniel Becerra Ocampo



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento en la I. E Daniel Becerra Ocampo, hay una predominancia de los vientos con dirección al este-sudeste (33%), sur (19%) y sur-sudoeste (19%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s con frecuencias de calma del 0%. Se elaboraron rosas de vientos específicas

para cada periodo de muestreo en la I. E Daniel Becerra Ocampo (**ANEXO 15 y 16).**

4.3.4. Rosa de Vientos de la I.E Fe y Alegría

A través del paquete OPEN AIR de R, se elaboraron rosas de vientos de la I. E Fe y Alegría de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 34

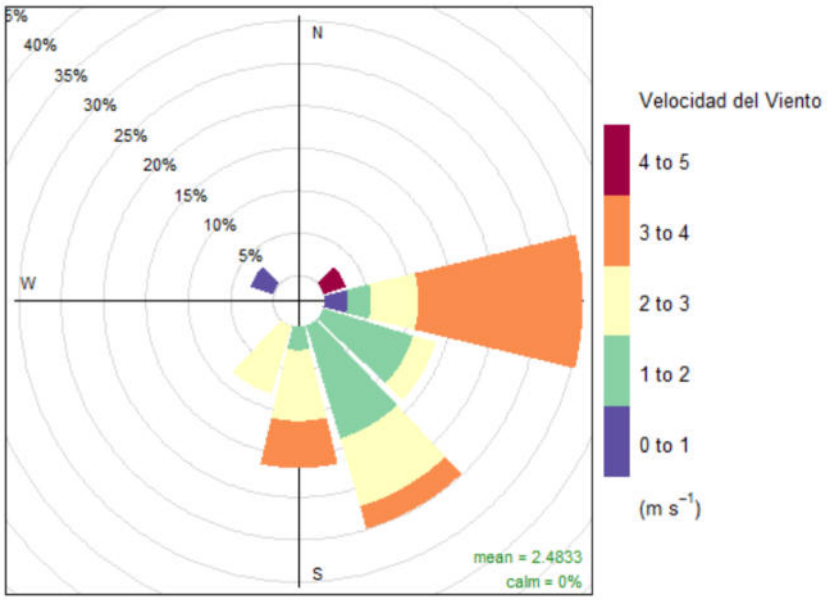
Características de la Rosa de Vientos de la I. E Fe y Alegría

Denominación	Intervalo	Ángulo	Cuadrícula
D: I. E Fe y Alegría	1 m/s	30°	5

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 27

Rosa de Vientos de la I. E Fe y Alegría



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento en la I. E Fe y Alegría, hay una predominancia de los vientos con dirección al este (30%) y sur-sudeste (25%), sur (17%) y este-sudeste (14%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s

con frecuencias de calma del 0%. Se elaboraron rosas de vientos específicas para cada periodo de muestreo en la I. E Fe y Alegría **(ANEXO 17 y 18).**

4.4. Análisis de los Datos de Calidad de Aire

Con la información meteorológica y de concentraciones de BTX, se procedió a elaborar gráficas con el fin de determinar el grado de influencia de las variables meteorológicas en cada punto de monitoreo.

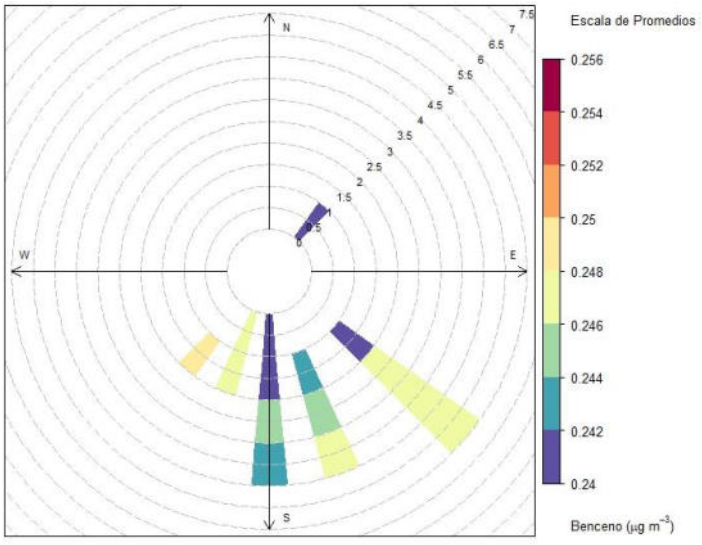
4.4.1. I. E Mercedes Cabello de Carbonera

La Gráfica Polar de Frecuencias: polarFreq

Se elaboraron gráficas de dispersión de BTX en relación a la dirección y velocidad del viento para poder determinar la dirección predominante del contaminante en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera.

Figura 28

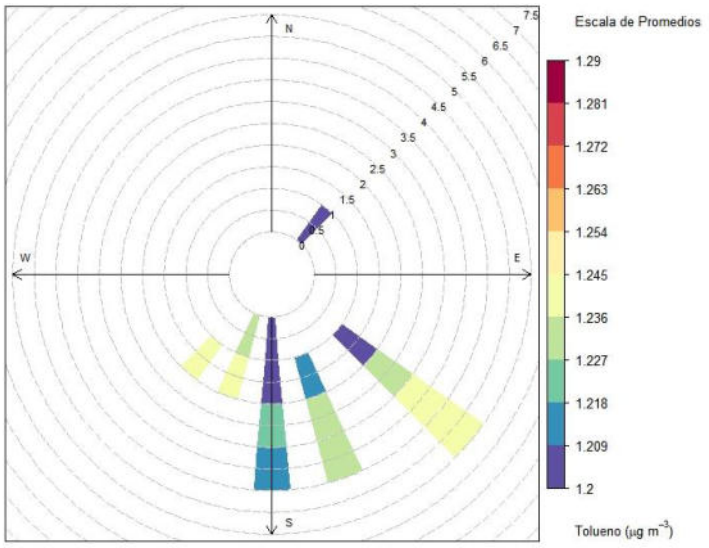
Dispersión del Benceno según dirección y velocidad del viento en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 29

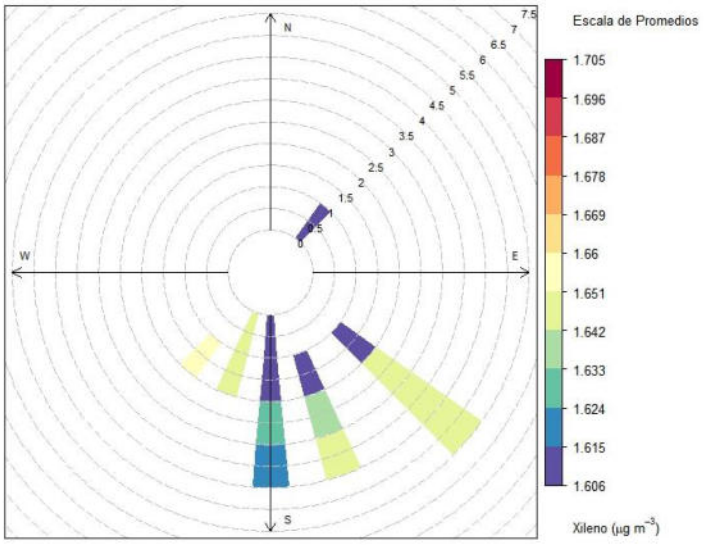
Dispersión del Tolueno según dirección y velocidad del viento en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 30

Dispersión del Xileno según dirección y velocidad del viento en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera



Fuente: Elaborado por el autor

En las gráficas polares de Frecuencia se puede observar que las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno tienen una dispersión hacia el sur, sur sudeste y sureste con una tendencia similar alcanzando valores de 0.249 µg/m^3, 1.246 µg/m^3 y 1.661 µg/m^3 respectivamente, en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera.

La Gráfica de Correlación: Chart.Correlation

Se elaboraron gráficas de correlación de las concentraciones de BTX con las variables meteorológicas en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera.

Tabla 35

Resultados de Datos Meteorológicos de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

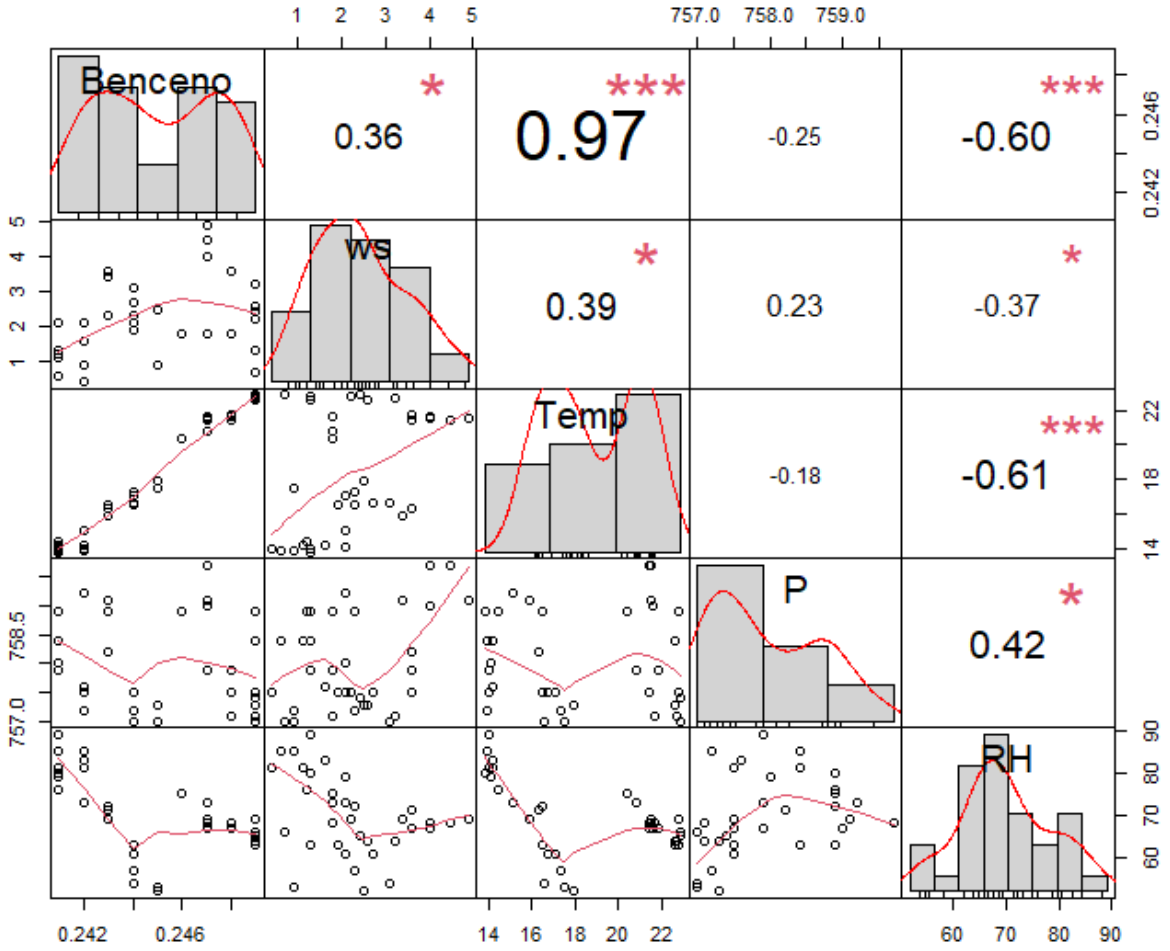
Nombre	Horario	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento (°)	T (°C)	Presión	RH	Precipitación
A.1 27/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	2.7	135	16.7	757.5	61	0
	1:00 p. m. a 2:00 p. m.	3.1	157.5	16.6	757	54	0
	2:00 p. m. a 3:00 p. m.	2.5	180	17.9	757.3	52	0
	3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.9	202.5	17.5	757	53	0
A.2 2/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	2.3	180	17.3	757.2	57	0
	5:00 p. m. a 6:00 p. m.	2.1	180	17.1	757.5	61	0
	6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.9	157.5	16.5	757.5	63	0
	7:00 p. m. a 8:00 p. m.	3.6	157.5	16.3	758.2	71	0
A.3 9/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	2.3	180	16.5	758.9	72	0
	9:00 p. m. a 10:00 p. m.	3.4	180	15.9	759.1	69	0
	10:00 p. m. a 11:00 p. m.	2.1	157.5	15.1	759.2	73	0
	11:00 p. m. a 12:00 a. m.	1.2	180	14.4	758.9	76	0

A.4 16/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	1.1	180	14.2	758.4	81	0
	1:00 a. m. a 2:00 a. m.	2.1	180	14.1	758	79	0
	2:00 a. m. a 3:00 a. m.	1.6	157.5	14.2	757.6	83	0
	3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.9	180	13.9	757.2	85	0
A.5 23/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	0.4	180	14	757.5	81	0
	5:00 a. m. a 6:00 a. m.	1.3	135	14	757.9	89	0
	6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.6	45	13.9	758.4	85	0
	7:00 a. m. a 8:00 a. m.	1.3	157.5	13.8	758.9	80	0
A.6 30/11/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	3.6	157.5	21.4	757.5	67	0
	9:00 a. m. a 10:00 a. m.	3.6	157.5	21.8	757.9	67	0
	10:00 a. m. a 11:00 a. m.	1.3	225	22.6	758.4	63	0
	11:00 a. m. a 12:00 p. m.	1.3	202.5	22.8	758.9	63	0
A.7 7/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	2.6	135	22.6	757.3	64	0
	1:00 p. m. a 2:00 p. m.	3.2	157.5	22.7	757.1	64	0
	2:00 p. m. a 3:00 p. m.	2.4	180	22.9	757.4	65	0
	3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.7	202.5	22.9	757	66	0
A.8 14/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	2.2	157.5	22.8	757.5	69	0
	5:00 p. m. a 6:00 p. m.	1.8	202.5	21.7	757.1	68	0
	6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.8	202.5	20.8	757.9	73	0
	7:00 p. m. a 8:00 p. m.	1.8	202.5	20.4	758.9	75	0
A.9 21/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	4.9	135	21.5	759.1	69	0
	9:00 p. m. a 10:00 p. m.	4.5	135	21.4	759.7	68	0
	10:00 p. m. a 11:00 p. m.	4	135	21.5	759.7	68	0
	11:00 p. m. a 12:00 a. m.	4	135	21.6	759	67	0

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 31

Relación del Benceno con las variables meteorológicas en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

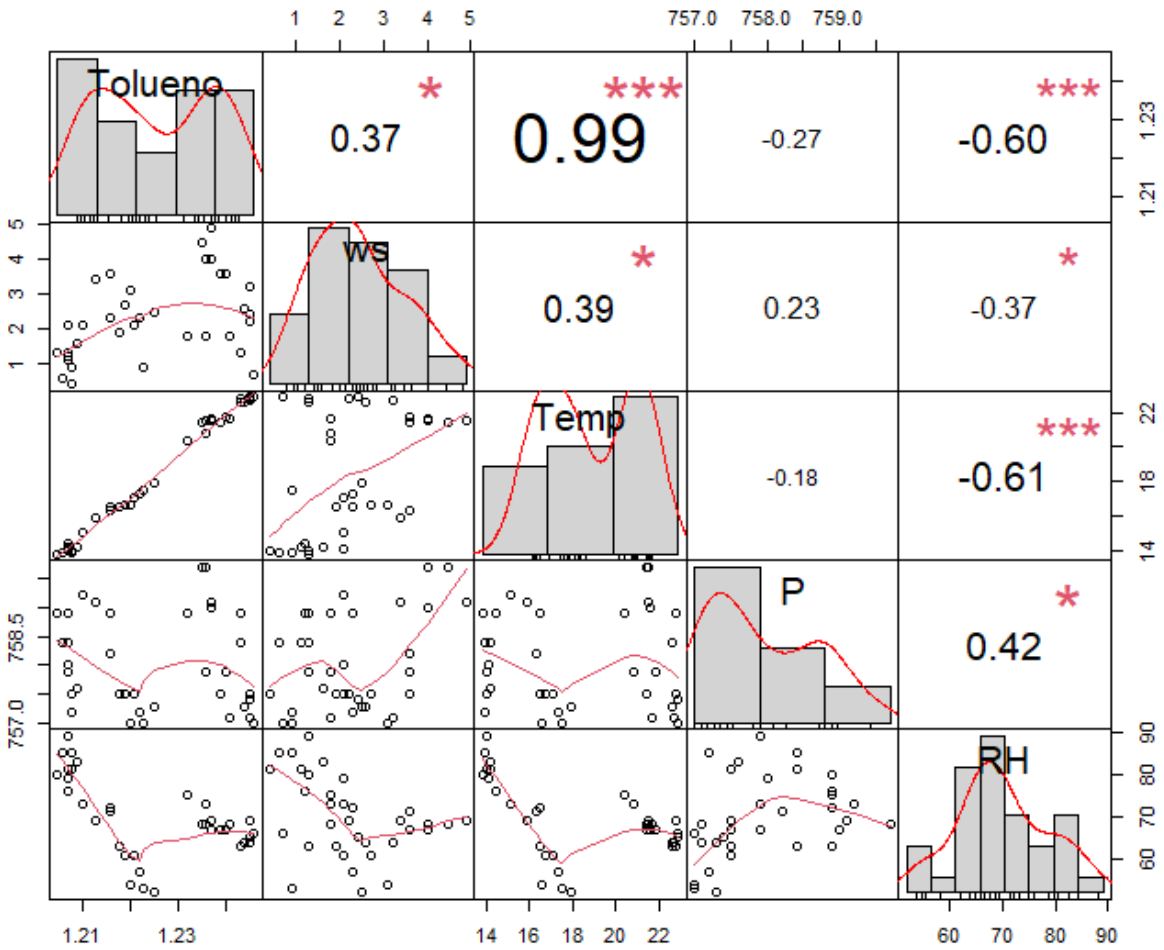


Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor.

Figura 32

Relación del Tolueno con las variables meteorológicas en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

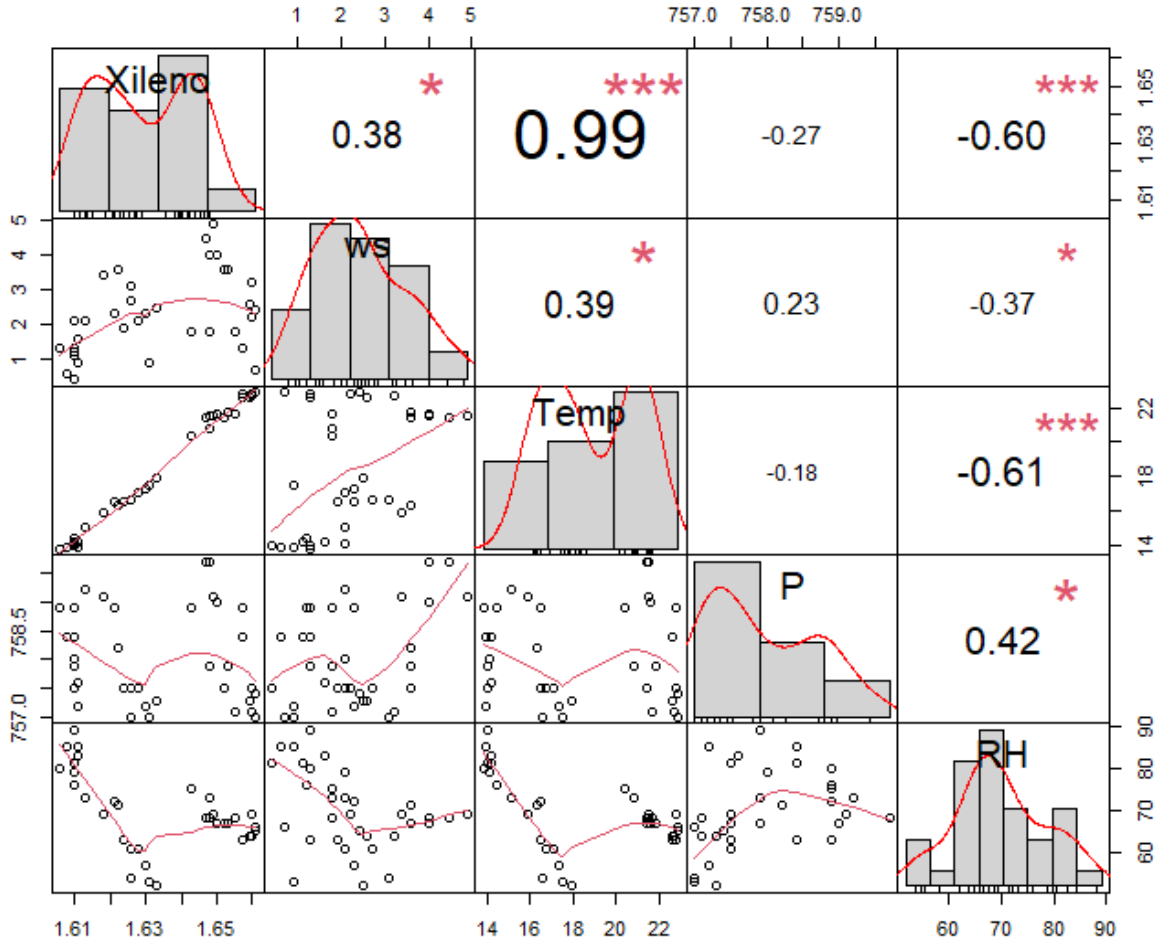


Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 33

Relación del Xileno con las variables meteorológicas en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera



Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

De las gráficas de Correlación de concentraciones de BTX y las variables meteorológicas, se puede observar que la temperatura y humedad relativa son variables estadísticamente significativas al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor. La temperatura con coeficientes de correlación de 0.97, 0.99 y 0.99, respectivamente se puede aseverar que hay una fuerte relación entre las variables y que esta relación es positiva. La Humedad Relativa con coeficientes de correlación de -0.60, -0.60 y -0.60, respectivamente concluyendo que hay una modera relación entre las variables y que esta relación es negativa.

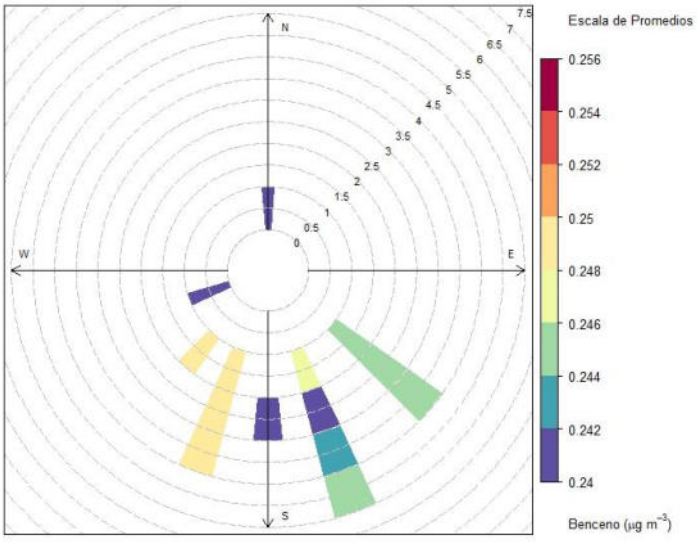
4.4.2. I. E San Luis

La Gráfica Polar de Frecuencias: polarFreq

Se elaboraron gráficas de dispersión de BTX en relación a la dirección y velocidad del viento para poder determinar la dirección predominante del contaminante en la I. E San Luis.

Figura 34

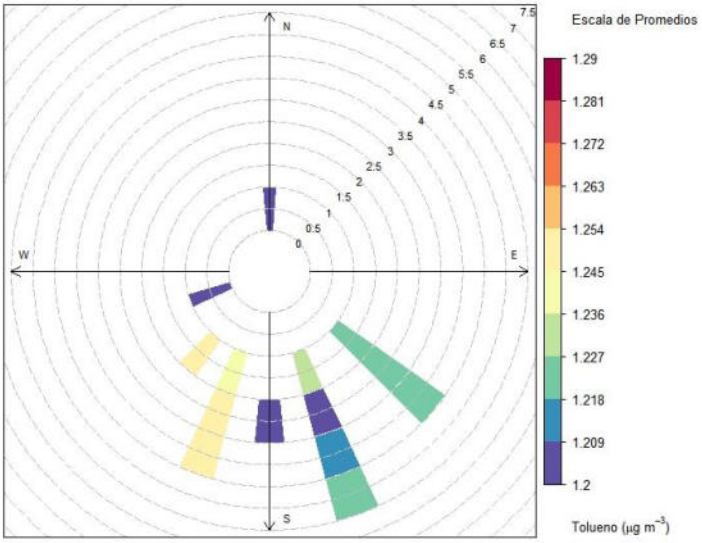
Dispersión del Benceno según dirección y velocidad del viento en la I. E San Luis



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 35

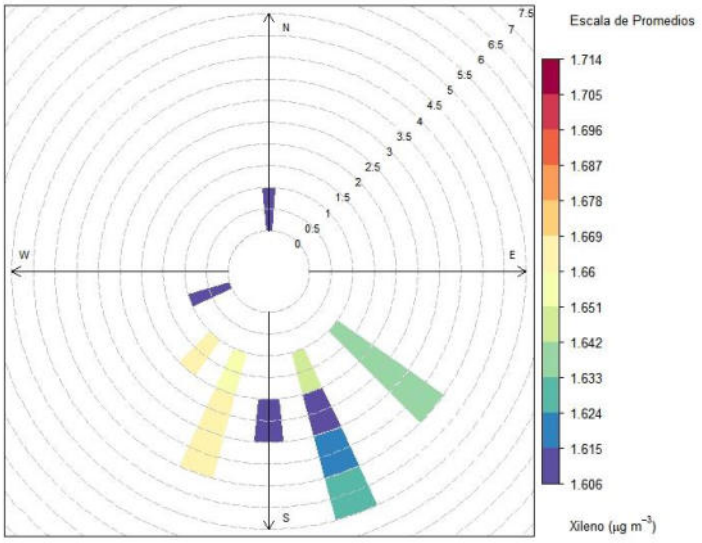
Dispersión del Tolueno según dirección y velocidad del viento en la I. E San Luis



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 36

Dispersión del Xileno según dirección y velocidad del viento en la I. E San Luis



Fuente: Elaborado por el autor

En las gráficas polares de Frecuencia se puede observar que las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno tienen una dispersión hacia el sur

sudeste, sureste y sur sudoeste con una tendencia similar alcanzando valores de 0.251 µg/m^3, 1.255 µg/m^3 y 1.673 µg/m^3 respectivamente, en la I. E San Luis.

La Gráfica de Correlación: Chart.Correlation

Se elaboraron gráficas de correlación de las concentraciones de BTX con las variables meteorológicas en la I. E San Luis.

Tabla 36

Resultados de Datos Meteorológicos de la I. E San Luis

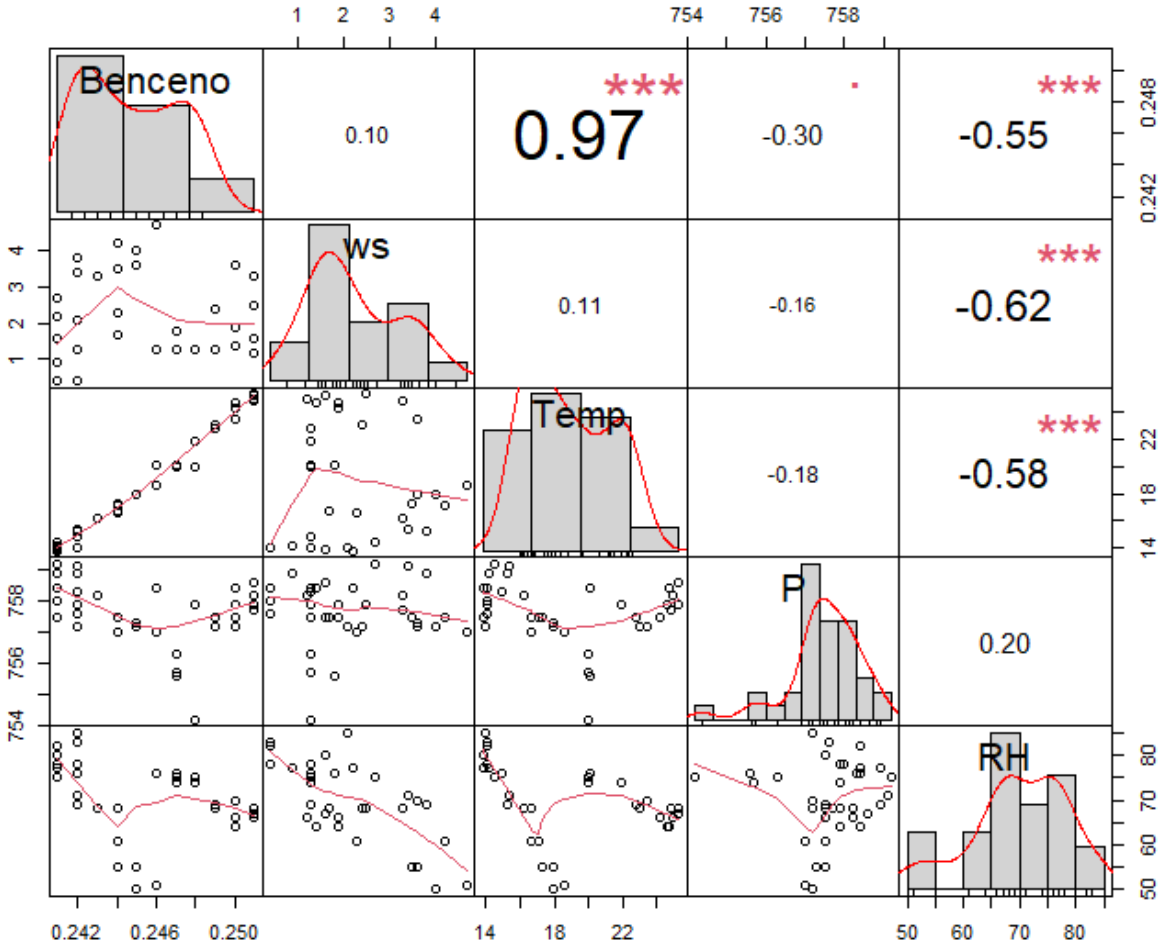
Nombre	Horario	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento (°)	T (°C)	Presión	RH	Precipitación
B.1 28/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.3	157.5	14.9	758.3	76	0
	1:00 p. m. a 2:00 p. m.	1.7	135	16.7	757.5	68	0
	2:00 p. m. a 3:00 p. m.	2.3	135	16.6	757	61	0
	3:00 p. m. a 4:00 p. m.	3.6	135	17.9	757.3	55	0
B.2 3/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	4.7	157.5	18.6	757	51	0
	5:00 p. m. a 6:00 p. m.	4	157.5	17.9	757.2	50	0
	6:00 p. m. a 7:00 p. m.	3.5	135	17.3	757.5	55	0
	7:00 p. m. a 8:00 p. m.	4.2	157.5	17.1	757.5	61	0
B.3 10/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	3.3	135	16.2	758.2	68	0
	9:00 p. m. a 10:00 p. m.	3.8	135	15.2	758.9	69	0
	10:00 p. m. a 11:00 p. m.	3.4	157.5	15.4	759.1	71	0
	11:00 p. m. a 12:00 a. m.	2.7	157.5	14.5	759.2	75	0
B.4 17/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	0.9	0	14.2	758.9	77	0
	1:00 a. m. a 2:00 a. m.	0.4	247.5	14.1	758.4	82	0
	2:00 a. m. a 3:00 a. m.	0.4		14.1	758	78	0
	3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.4	0	14.1	757.6	83	0

B.5 24/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	2.1	180	14	757.2	85	0
	5:00 a. m. a 6:00 a. m.	1.6	157.5	13.9	757.5	80	0
	6:00 a. m. a 7:00 a. m.	1.3	135	14.1	757.9	78	0
	7:00 a. m. a 8:00 a. m.	2.2	135	13.8	758.4	77	0
B.6 1/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	2.4	202.5	23	757.2	68	0
	9:00 a. m. a 10:00 a. m.	1.9	157.5	24.2	757.5	66	0
	10:00 a. m. a 11:00 a. m.	1.9	225	24.6	757.9	64	0
	11:00 a. m. a 12:00 p. m.	1.4	202.5	24.7	758.4	64	0
B.7 8/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.2	157.5	24.9	758.2	66	0
	1:00 p. m. a 2:00 p. m.	1.6	135	25.2	758.6	67	0
	2:00 p. m. a 3:00 p. m.	2.5	135	25.3	757.9	68	0
	3:00 p. m. a 4:00 p. m.	3.3	135	24.8	757.7	68	0
B.8 1512/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	3.6	202.5	23.4	757.2	70	0
	5:00 p. m. a 6:00 p. m.	1.3	202.5	22.8	757.5	69	0
	6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.3	202.5	21.9	757.9	74	0
	7:00 p. m. a 8:00 p. m.	1.3	202.5	20.1	758.4	76	0
B.9 22/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	1.8	157.5	20.1	755.6	76	0
	9:00 p. m. a 10:00 p. m.	1.3	157.5	20	756.3	75	0
	10:00 p. m. a 11:00 p. m.	1.3	157.5	20	754.2	75	0
	11:00 p. m. a 12:00 a. m.	1.3	157.5	20	755.7	74	0

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 37

Relación del Benceno con las variables meteorológicas en la I. E San Luis

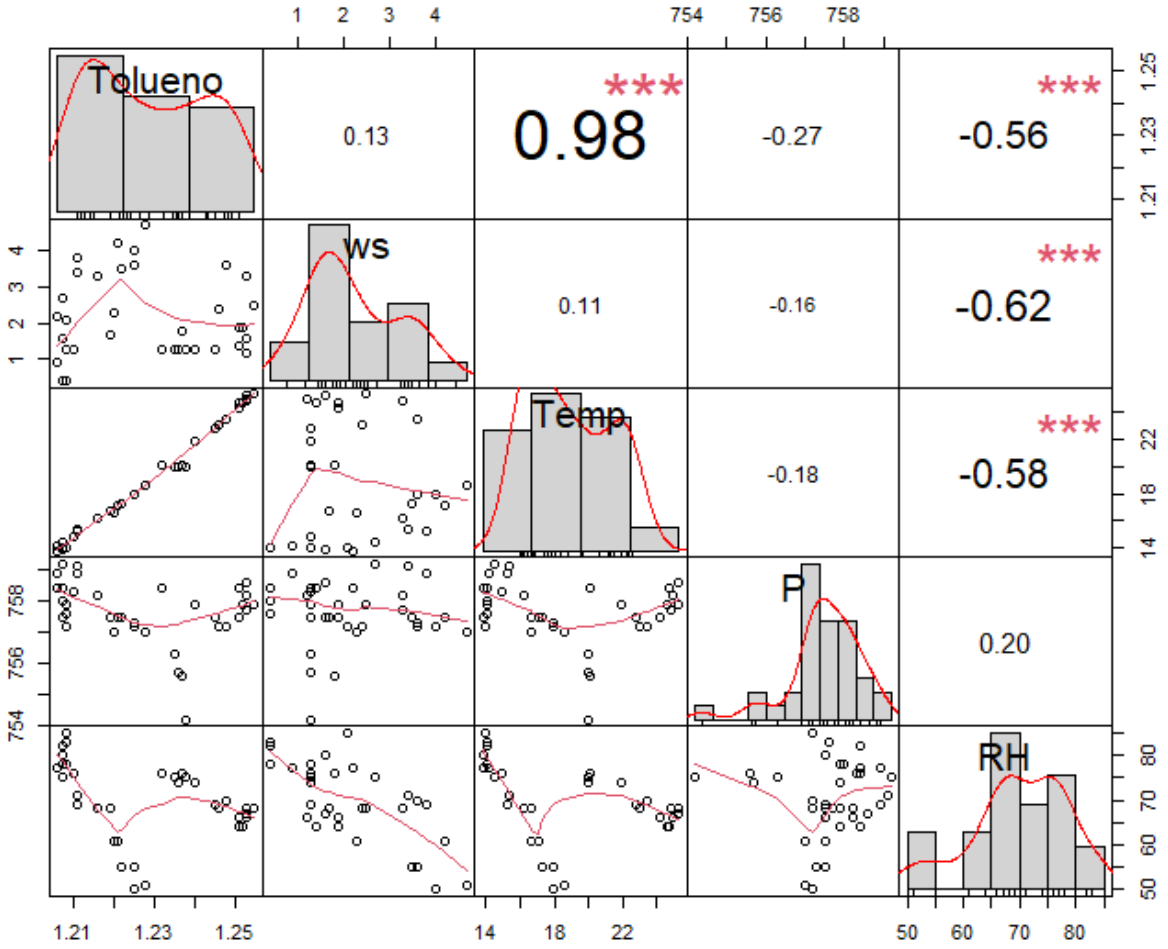


Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 38

Relación del Tolueno con las variables meteorológicas en la I. E San Luis

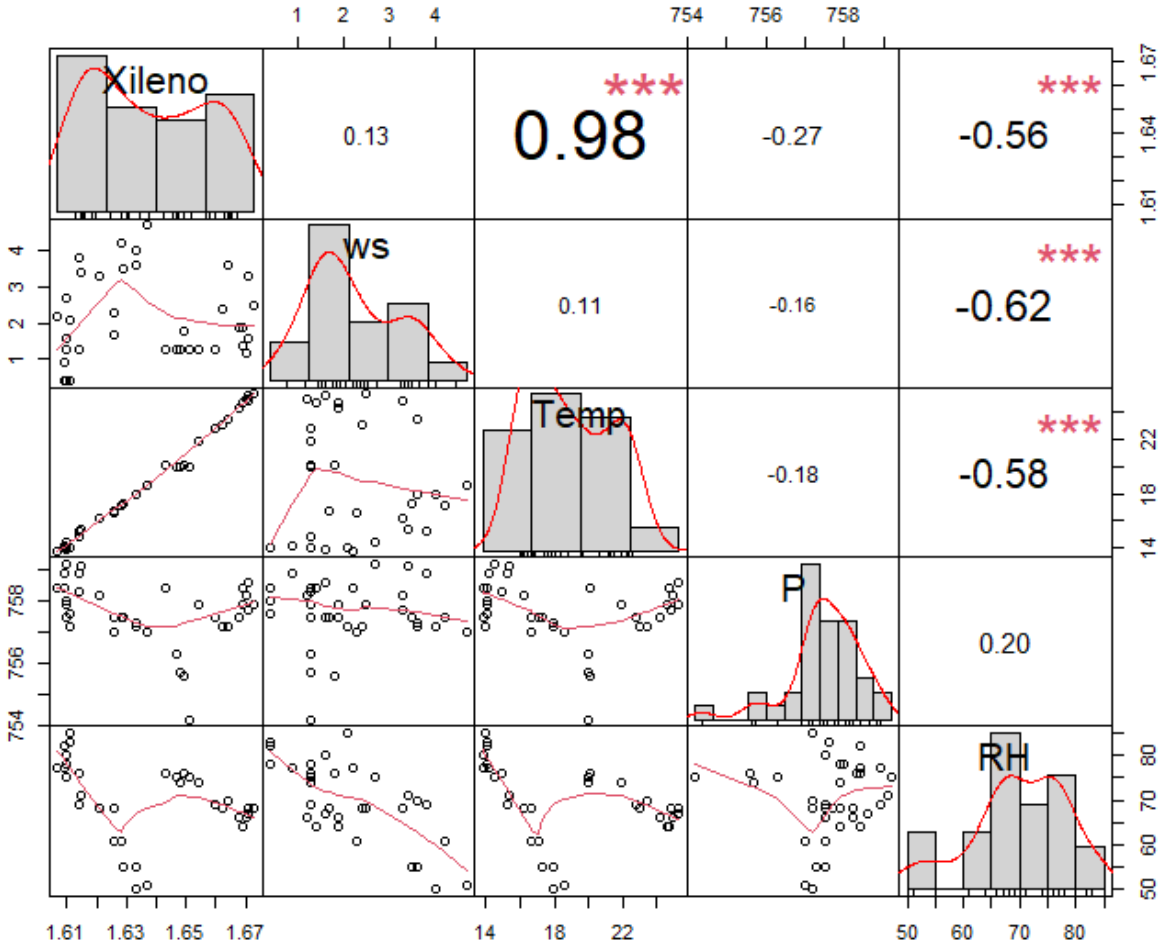


Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 39

Relación del Xileno con las variables meteorológicas en la I. E San Luis



Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

De las gráficas de Correlación de concentraciones de BTX y las variables meteorológicas, se puede observar que la temperatura y humedad relativa son variables estadísticamente significativas al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor. La temperatura con coeficientes de correlación de 0.97, 0.98 y 0.98, respectivamente se puede aseverar que hay una fuerte relación entre las variables y que esta relación es positiva. La Humedad Relativa con coeficientes de correlación de -0.55, -0.56 y -0.56, respectivamente concluyendo que hay una modera relación entre las variables y que esta relación es negativa.

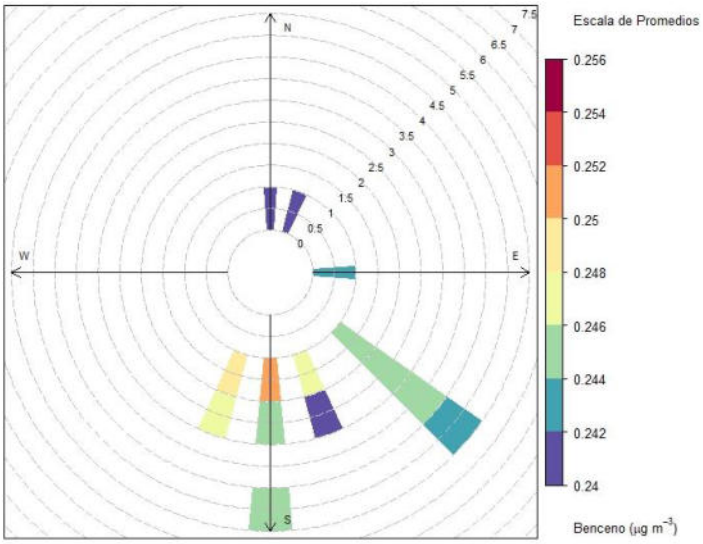
4.4.3. I. E Daniel Becerra Ocampo

La Gráfica Polar de Frecuencias: polarFreq

Se elaboraron gráficas de dispersión de BTX en relación a la dirección y velocidad del viento para poder determinar la dirección predominante del contaminante en la I. E Daniel Becerra Ocampo.

Figura 40

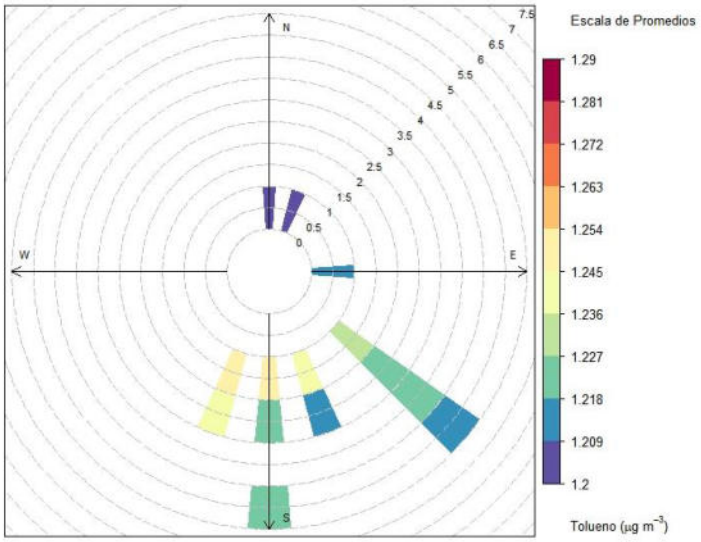
Dispersión del Benceno según dirección y velocidad del viento en la I. E Daniel Becerra Ocampo



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 41

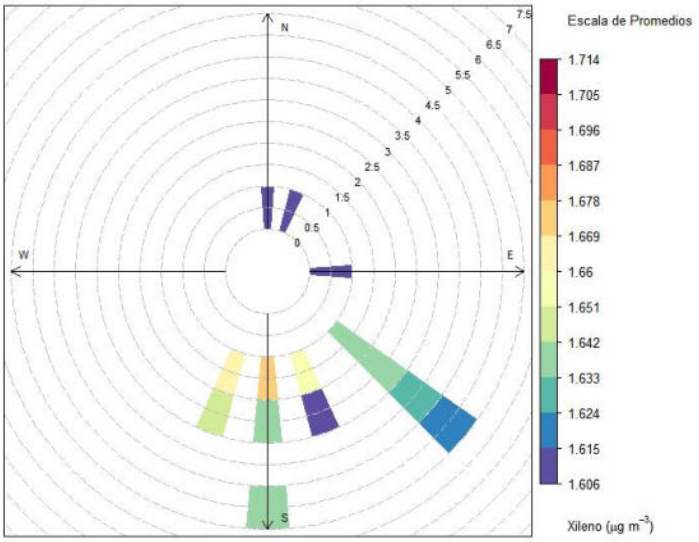
Dispersión del Tolueno según dirección y velocidad del viento en la I. E Daniel Becerra Ocampo



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 42

Dispersión del Xileno según dirección y velocidad del viento en la I. E Daniel Becerra Ocampo



Fuente: Elaborado por el autor

En las gráficas polares de Frecuencia se puede observar que las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno tienen una dispersión hacia el sur y sureste con una tendencia similar alcanzando valores de 0.251 µg/m^3, 1.255 µg/m^3 y 1.674 µg/m^3 respectivamente, en la I. E Daniel Becerra Ocampo.

La Gráfica de Correlación: Chart.Correlation

Se elaboraron gráficas de correlación de las concentraciones de BTX con las variables meteorológicas en la I. E Daniel Becerra Ocampo.

Tabla 37

Resultados de Datos Meteorológicos de la I. E Daniel Becerra Ocampo

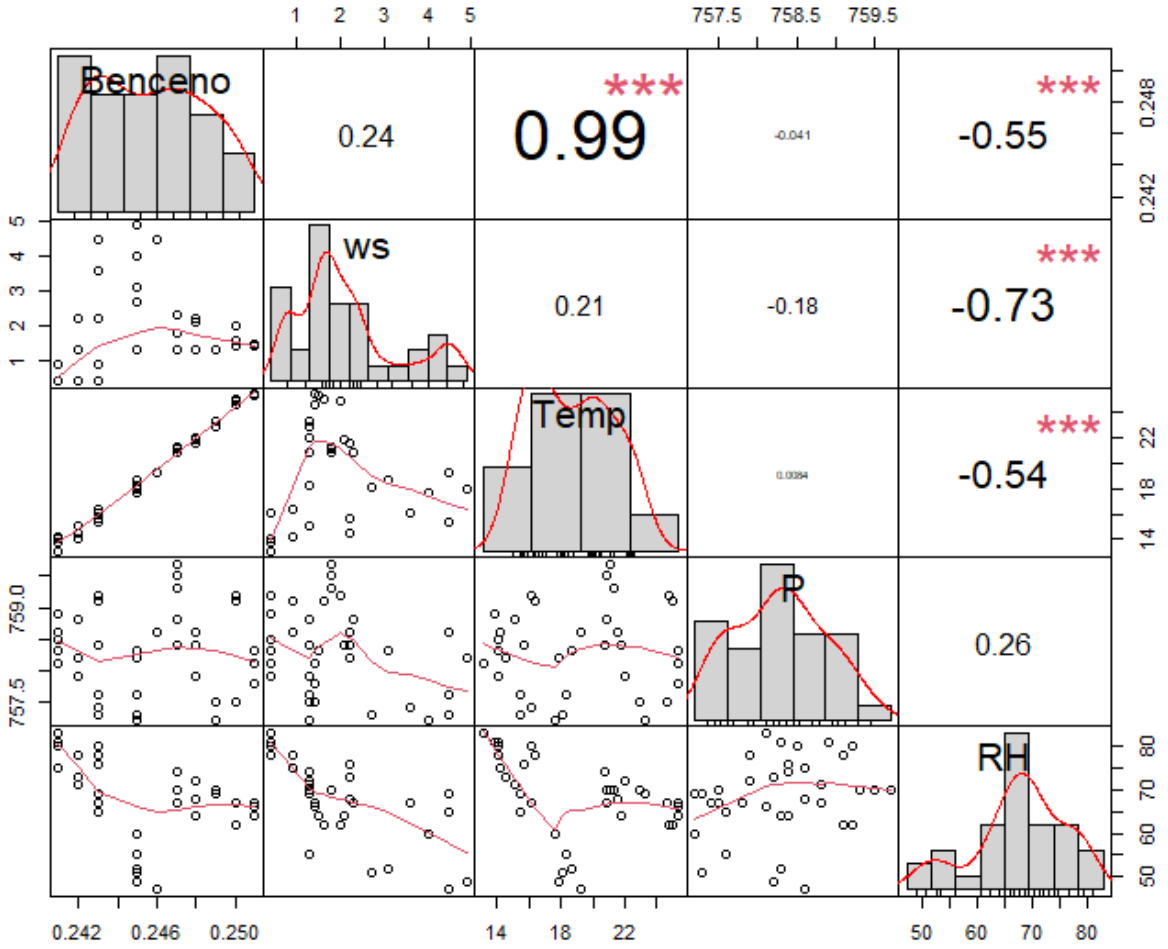
Nombre	Horario	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento (°)	T (°C)	Presión	RH	Precipitación
C.1 29/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.3	135	18.3	757.6	55	0
	1:00 p. m. a 2:00 p. m.	2.7	180	18.1	757.3	51	0
	2:00 p. m. a 3:00 p. m.	4.9	180	17.9	758.2	49	0
	3:00 p. m. a 4:00 p. m.	4.5	180	19.3	758.6	47	0
C.2 4/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	3.1	135	18.7	758.3	52	0
	5:00 p. m. a 6:00 p. m.	4	135	17.6	757.2	60	0
	6:00 p. m. a 7:00 p. m.	3.6	135	16.1	757.4	67	0
	7:00 p. m. a 8:00 p. m.	4.5	135	15.4	757.6	65	0
C.3 11/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	4.5	135	15.4	757.3	69	0
	9:00 p. m. a 10:00 p. m.	2.2	157.5	14.5	758.2	73	0
	10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.9	22.5	14.2	758.6	75	0
	11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.4	22.5	14.1	758.5	80	0
C.4 18/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	0.4	90	14.1	757.9	78	0

	1:00 a. m. a 2:00 a. m.	0.4	0	14.1	758.3	81	0
	2:00 a. m. a 3:00 a. m.	0.4	0	13.1	758.1	83	0
	3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.4	22.5	13.8	758.9	81	0
C.5 25/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	1.3	135	15.1	758.8	71	0
	5:00 a. m. a 6:00 a. m.	2.2	135	15.7	758.4	76	0
	6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.4	90	16.1	759.2	80	0
	7:00 a. m. a 8:00 a. m.	0.9	0	16.4	759.1	78	0
C.6 2/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	2.3	202.5	20.9	758.8	67	0
	9:00 a. m. a 10:00 a. m.	2.1	202.5	21.8	758.4	64	0
	10:00 a. m. a 11:00 a. m.	2	202.5	24.8	759.2	62	0
	11:00 a. m. a 12:00 p. m.	1.6	202.5	25	759.1	62	0
C.7 9/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.5	180	25.3	758.3	64	0
	1:00 p. m. a 2:00 p. m.	1.4	180	25.4	758.1	66	0
	2:00 p. m. a 3:00 p. m.	1.4	180	25.4	757.8	67	0
	3:00 p. m. a 4:00 p. m.	1.4	180	24.6	757.5	67	0
C.8 16/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	1.3	202.5	23.3	757.2	69	0
	5:00 p. m. a 6:00 p. m.	1.3	202.5	22.9	757.5	70	0
	6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.3	157.5	22	757.9	72	0
	7:00 p. m. a 8:00 p. m.	1.3	202.5	20.8	758.4	74	0
C.9 23/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	2.2	135	21.5	758.6	68	0
	9:00 p. m. a 10:00 p. m.	1.8	135	21.3	759.3	70	0
	10:00 p. m. a 11:00 p. m.	1.8	135	21.1	759.7	70	0
	11:00 p. m. a 12:00 a. m.	1.8	135	20.9	759.5	70	0

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 43

Relación del Benceno con las variables meteorológicas en la I. E Daniel Becerra Ocampo

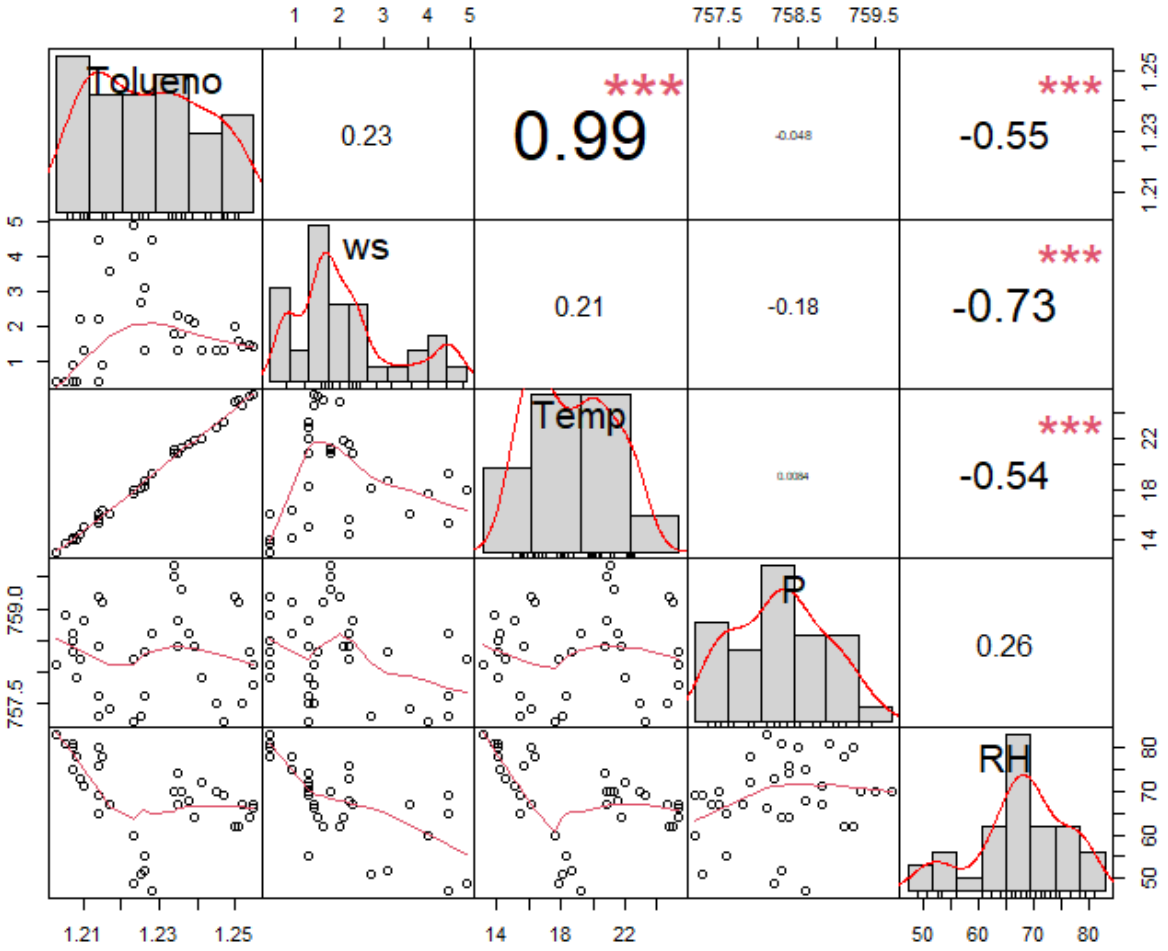


Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 44

Relación del Tolueno con las variables meteorológicas en la I. E Daniel Becerra Ocampo

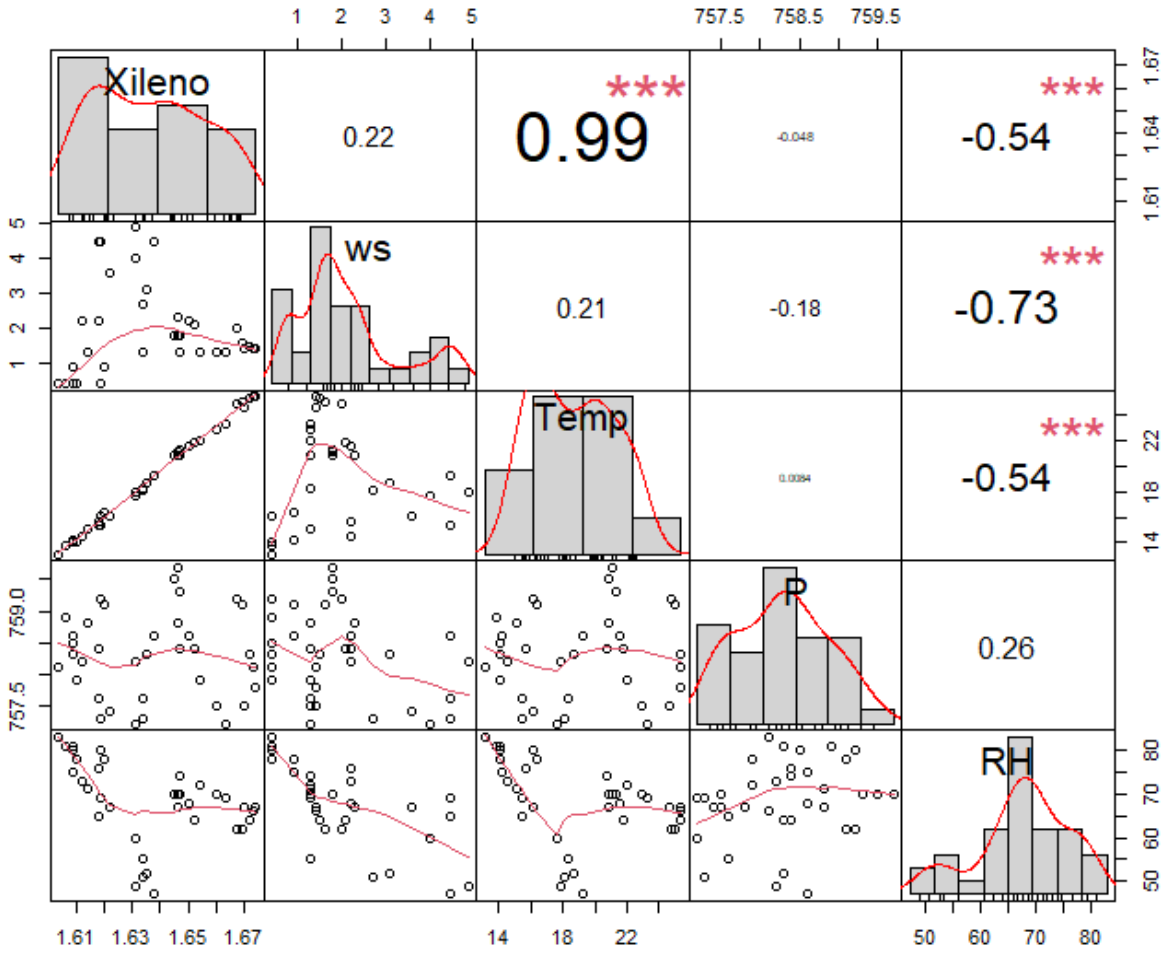


Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 45

Relación del Xileno con las variables meteorológicas en la I. E Daniel Becerra Ocampo



Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

De las gráficas de Correlación de concentraciones de BTX y las variables meteorológicas, se puede observar que la temperatura y humedad relativa son variables estadísticamente significativas al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor. La temperatura con coeficientes de correlación de 0.99, 0.99 y 0.99, respectivamente se puede aseverar que hay una fuerte relación entre las variables y que esta relación es positiva. La Humedad Relativa con coeficientes de correlación de -0.55, -0.55 y -0.54, respectivamente concluyendo que hay una modera relación entre las variables y que esta relación es negativa.

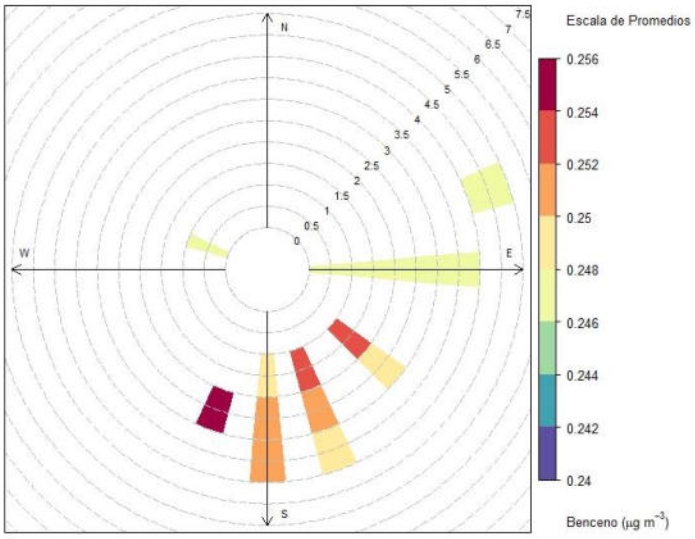
4.4.4. I.E Fe y Alegría

La Gráfica Polar de Frecuencias: polarFreq

Se elaboraron gráficas de dispersión de BTX en relación a la dirección y velocidad del viento para poder determinar la dirección predominante del contaminante en la I. E Fe y Alegría.

Figura 46

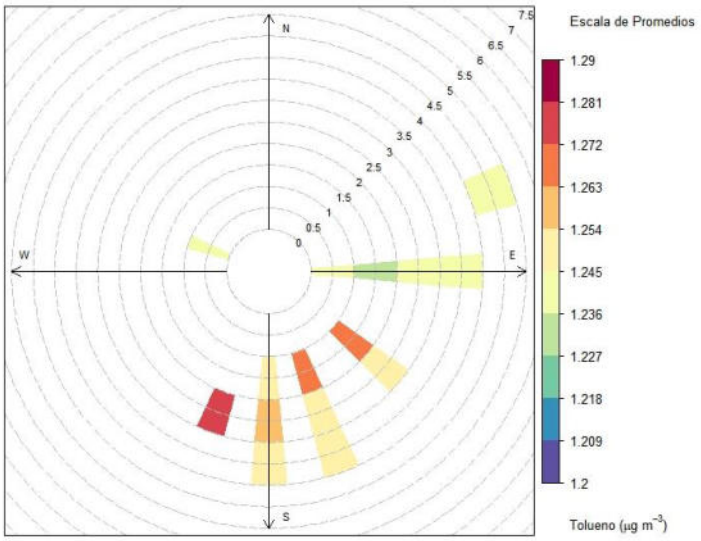
Dispersión del Benceno según velocidad y dirección del viento en la I. E Fe y Alegría



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 47

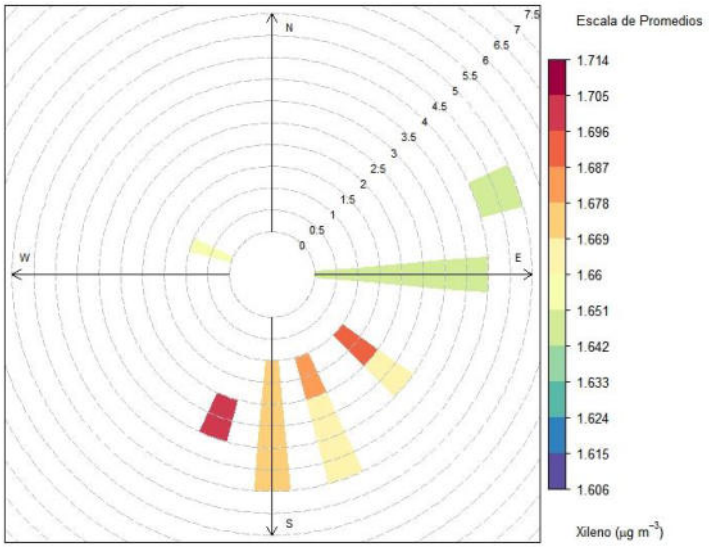
Dispersión del Tolueno según velocidad y dirección del viento en la I. E Fe y Alegría



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 48

Dispersión del Xileno según velocidad y dirección del viento en la I. E Fe y Alegría



Fuente: Elaborado por el autor

En las gráficas polares de Frecuencia se puede observar que las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno tienen una dispersión hacia el sur y

este con una tendencia similar alcanzando valores de 0.256 µg/m^3, 1.282 µg/m^3 y 1.678 µg/m^3 respectivamente, en la I. E Fe y Alegría.

La Gráfica de Correlación: Chart.Correlation

Se elaboraron gráficas de correlación de las concentraciones de BTX con las variables meteorológicas en la I. E Fe y Alegría.

Tabla 38

Resultados de Datos Meteorológicos de la I. E Fe y Alegría

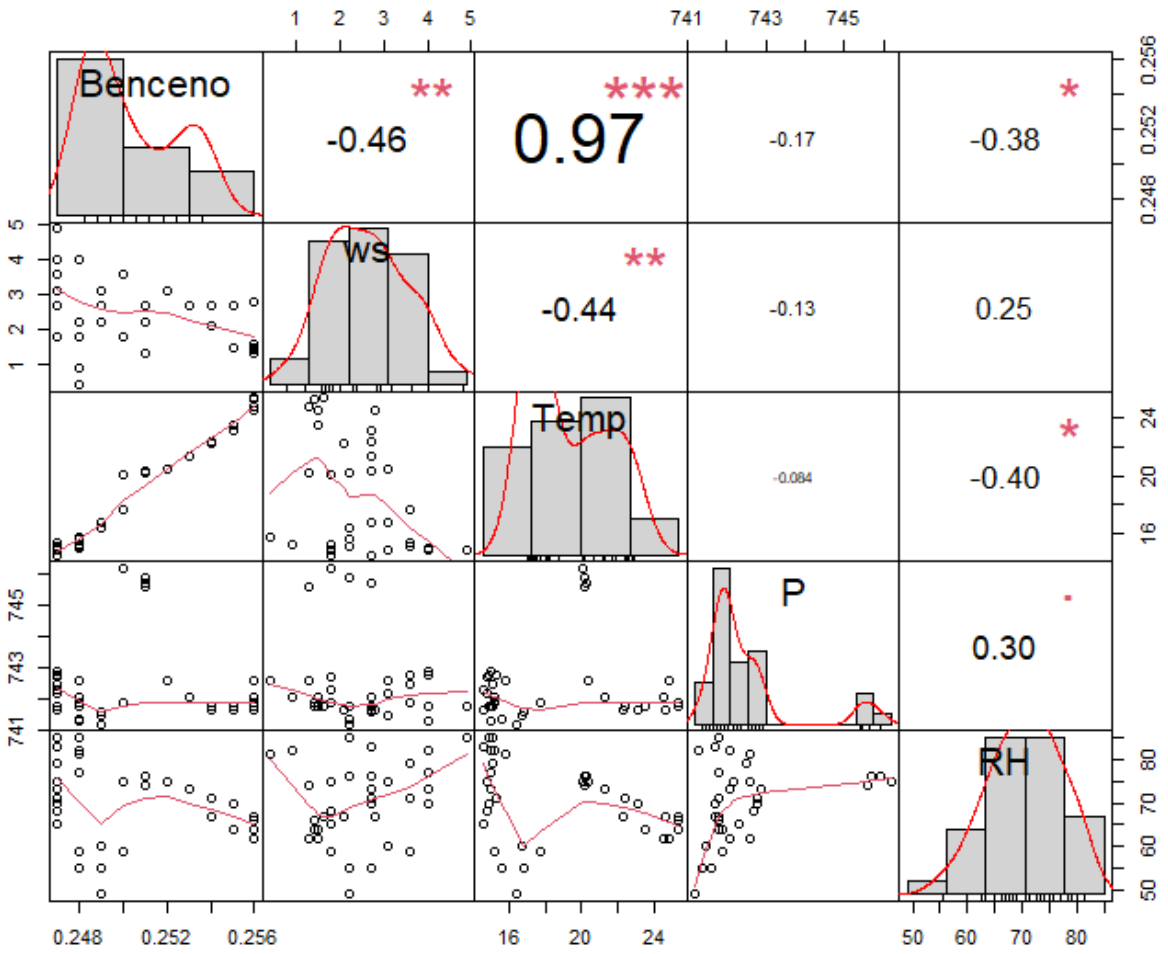
Nombre	Horario	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento (°)	T (°C)	Presión	RH	Precipitación
D.1 30/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	3.6	157.5	17.7	741.9	59	0
	1:00 p. m. a 2:00 p. m.	2.7	135	16.8	741.6	55	0
	2:00 p. m. a 3:00 p. m.	3.1	180	16.7	741.5	60	0
	3:00 p. m. a 4:00 p. m.	2.2	157.5	16.4	741.2	49	0
D.2 5/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	2.2	157.5	15.6	741.4	55	0
	5:00 p. m. a 6:00 p. m.	1.8	135	15.2	741.9	59	0
	6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.8	157.5	14.5	742.3	65	0
	7:00 p. m. a 8:00 p. m.	1.8	90	14.8	742.7	68	0
D.3 12/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	4	90	14.9	742.8	70	0
	9:00 p. m. a 10:00 p. m.	3.6	90	15.3	742.8	71	0
	10:00 p. m. a 11:00 p. m.	4	90	15	742.9	73	0
	11:00 p. m. a 12:00 a. m.	3.6	90	15.1	742.5	79	0
D.4 19/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	3.1	90	14.8	742.2	75	0
	1:00 a. m. a 2:00 a. m.	4.9	67.5	14.9	741.8	85	0
	2:00 a. m. a 3:00 a. m.	4	90	15	741.8	77	0
	3:00 a. m. a 4:00 a. m.	4	90	15	741.3	82	0

D.5 26/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	2.7	90	14.5	741.7	83	0
	5:00 a. m. a 6:00 a. m.	2.2	90	15.1	741.8	85	0
	6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.9	90	15.2	742.1	82	0
	7:00 a. m. a 8:00 a. m.	0.4	292.5	15.8	742.6	81	0
D.6 3/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	2.1	157.5	22.3	741.7	67	0
	9:00 a. m. a 10:00 a. m.	1.5	157.5	23.5	741.8	64	0
	10:00 a. m. a 11:00 a. m.	1.5	157.5	24.5	742.1	62	0
	11:00 a. m. a 12:00 p. m.	1.3	157.5	24.8	742.6	62	0
D.7 10/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.4	135	25.3	741.9	64	0
	1:00 p. m. a 2:00 p. m.	1.4	135	25.3	741.8	66	0
	2:00 p. m. a 3:00 p. m.	1.6	135	25.4	741.8	67	0
	3:00 p. m. a 4:00 p. m.	2.8	202.5	24.6	741.7	67	0
D.8 17/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	2.7	202.5	23.1	741.7	70	0
	5:00 p. m. a 6:00 p. m.	2.7	202.5	22.4	741.8	71	0
	6:00 p. m. a 7:00 p. m.	2.7	180	21.3	742.1	73	0
	7:00 p. m. a 8:00 p. m.	3.1	180	20.4	742.6	75	0
D.9 24/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	2.7	180	20.3	745.7	76	0
	9:00 p. m. a 10:00 p. m.	2.2	180	20.2	745.9	76	0
	10:00 p. m. a 11:00 p. m.	1.8	180	20.1	746.2	75	0
	11:00 p. m. a 12:00 a. m.	1.3	157.5	20.2	745.6	74	0

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 49

Relación del Benceno con las variables meteorológicas en la I. E Fe y Alegría

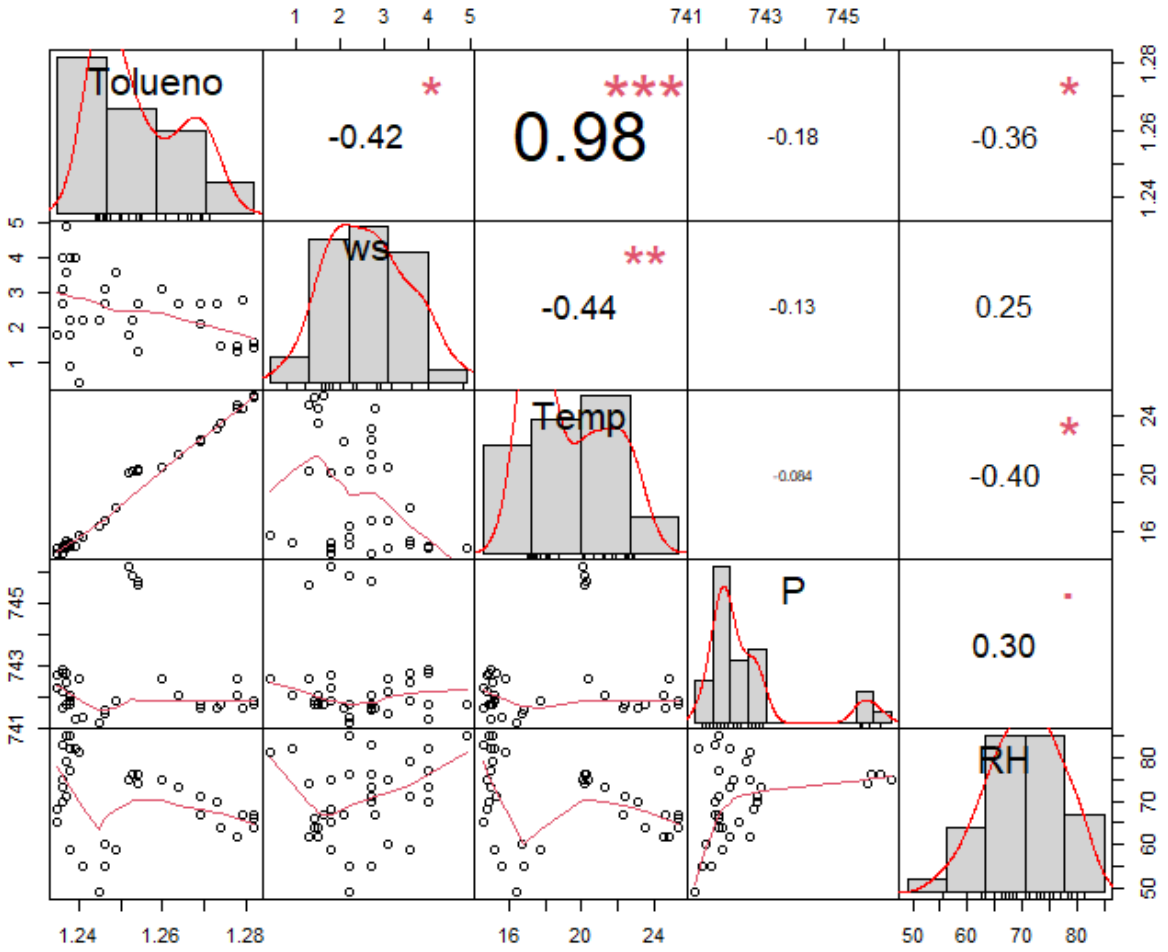


Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 50

Relación del Tolueno con las variables meteorológicas en la I. E Fe y Alegría

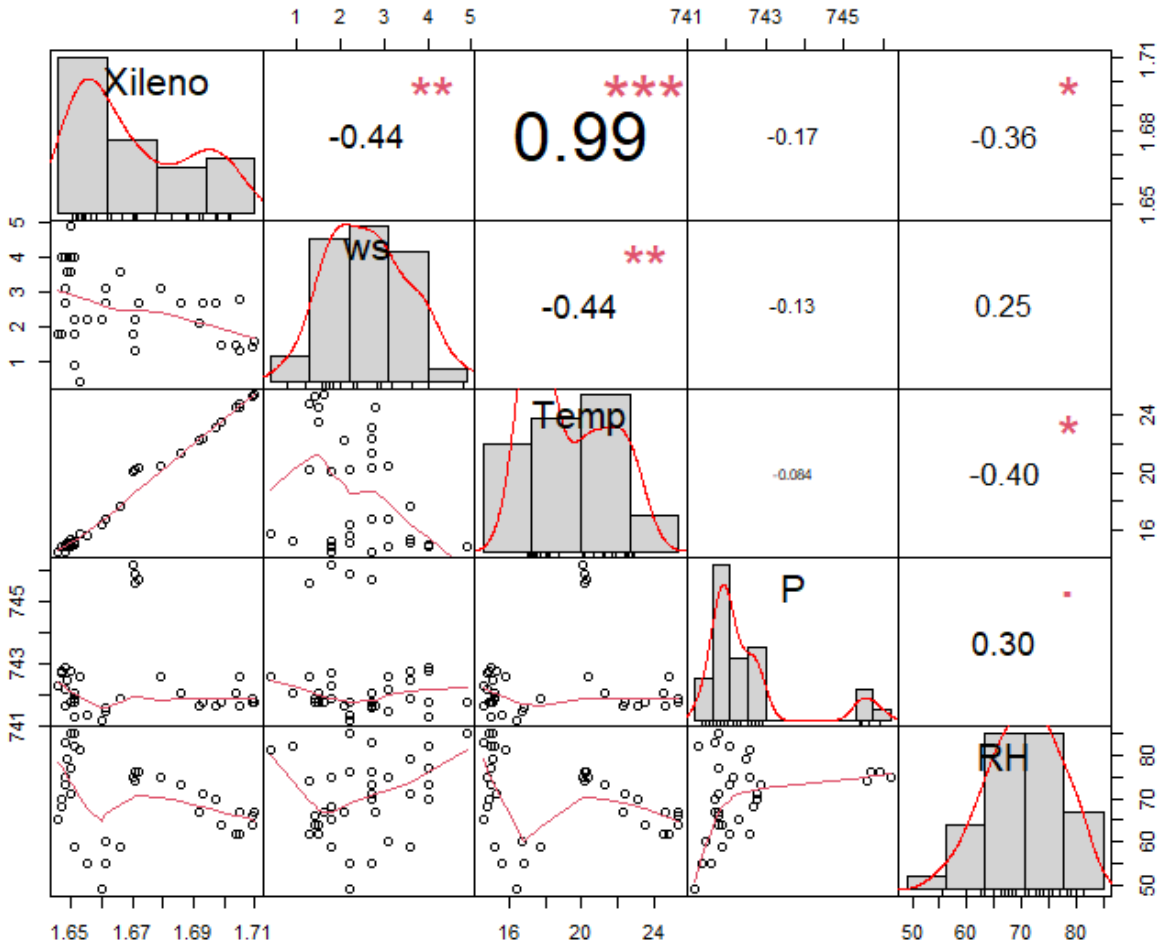


Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 51

Relación del Xileno con las variables meteorológicas en la I. E Fe y Alegría



Nota. Correlación p – valor = ***: 0 - 0.001, **: 0.001 - 0.01, *: 0.01 - 0.05 y •: 0.05 - 0.10

Fuente: Elaborado por el autor

De las gráficas de Correlación de concentraciones de BTX y las variables meteorológicas, se puede observar que la temperatura es una variable estadísticamente significativa al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor. La temperatura con coeficientes de correlación de 0.97, 0.98 y 0.99, respectivamente se puede aseverar que hay una fuerte relación entre las variables y que esta relación es positiva.

4.5. Comparación de Concentraciones de BTX en los puntos de monitoreo

A través del software ArcGis se elaboró un mapa de concentraciones de BTX, como se demuestra en el ANEXO 03, ANEXO 04 y ANEXO 05, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 39

Características del Mapa de Concentraciones de BTX

Denominación	Concentración Promedio Benceno ($\mu g/m^3$)	Concentración Promedio Tolueno ($\mu g/m^3$)	Concentración Promedio Xileno ($\mu g/m^3$)
A	0.245	1.225	1.634
B	0.246	1.228	1.637
C	0.246	1.228	1.637
D	0.250	1.252	1.670

Fuente: Elaborado por el autor

V. DISCUSIÓN

Los valores más altos de concentración de Benceno se obtuvieron de la I. E Fe y Alegría con el valor promedio de 0.250 $\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 0.256 $\mu g/m^3$ en D.7, y el valor mínimo promedio de 0.247 $\mu g/m^3$ en D.3, seguido de las instituciones educativas Daniel Becerra Ocampo y San Luis con el valor promedio de 0.246 $\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 0.251 $\mu g/m^3$ en B.7 y C.7; y el valor mínimo promedio de 0.241 $\mu g/m^3$ en B.4 y C.4; finalmente I. E Mercedes Cabello de Carbonera obtuvo los valores más bajos con el valor promedio de 0.245 $\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 0.249 $\mu g/m^3$ en A.7, y el valor mínimo promedio de 0.241 $\mu g/m^3$ en A.5, se debe señalar que los valores de concentración de Benceno no superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire que establece el valor de 2 $\mu g/m^3$.

Los valores más altos de concentración de Tolueno se obtuvieron de la I. E Fe y Alegría con el valor promedio de 1.252$\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 1.281 $\mu g/m^3$ en D.7, y el valor mínimo promedio de 1. 236 $\mu g/m^3$ en D.3, seguido de las instituciones educativas Daniel Becerra Ocampo y San Luis con el valor promedio de 1.228 $\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 1.253 $\mu g/m^3$ y 1.254 $\mu g/m^3$ en B.7 y C.7; y el valor mínimo promedio de 1. 207 $\mu g/m^3$ y 1. 206 $\mu g/m^3$ en B.4 y C.4; finalmente I. E Mercedes Cabello de Carbonera obtuvo los valores más bajos con el valor promedio de 1.225 $\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 1.245 $\mu g/m^3$ en A.7, y el valor mínimo promedio de 1. 206 $\mu g/m^3$ en A.5.

Los valores más altos de concentración de Xileno se obtuvieron de la I. E Fe y Alegría con el valor promedio de 1.670 $\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 1.708 $\mu g/m^3$

en D.7, y el valor mínimo promedio de 1.649 $\mu g/m^3$ en D.3, seguido de las instituciones educativas San Luis y Daniel Becerra Ocampo con el valor promedio de 1.228 $\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 1.671 $\mu g/m^3$ y 1.672 $\mu g/m^3$ en B.7 y C.7; y el valor mínimo promedio de 1.610 $\mu g/m^3$ y 1.607 $\mu g/m^3$ en B.4 y C.4; finalmente I. E Mercedes Cabello de Carbonera obtuvo los valores más bajos con el valor promedio de 1.634 $\mu g/m^3$, el valor máximo promedio de 1.660 $\mu g/m^3$ en A.7, y el valor mínimo promedio de 1.609 $\mu g/m^3$ en A.5.

Cabe resaltar que las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en las instituciones educativas no sobrepasaron el límite de detección del equipo de monitoreo, a diferencia de los resultados obtenidos en el estudio de Godoi et al. (2013) donde las concentraciones de BTEX reportadas fueron altas, afectando principalmente a los niños que viven y estudian en zonas suburbanas, pudiendo causar varias enfermedades crónicas, especialmente el benceno, que es un cancerígeno conocido.

Con respecto al análisis estadístico de los resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno, se tomó en consideración el método de análisis del coeficiente de variación, el cual relaciona el promedio aritmético y la desviación estándar de todas las muestras recolectadas en cada una de las instituciones educativas, el valor obtenido nos indica la dispersión de la distribución, es así que los valores más altos están relacionados con dispersiones mayores y por lo tanto los valores más bajos son indicativos de dispersiones menores, para tal análisis se tomó en consideración las cuatro instituciones educativas, de las cuales la I. E San Luis mostró los mayores valores de coeficiente de variación con 1.471880652, 1.439259294 y 1.439233965 para el Benceno, Tolueno y Xileno, respectivamente; seguido de la I.E Daniel Becerra Ocampo con los

valores de coeficiente de variación de 1.346953195, 1.355756895 y 1.365301635, para el Benceno, Tolueno y Xileno, respectivamente; de la misma manera la I.E Fe y Alegría tuvo los valores de coeficiente de variación de 1.377927345, 1.357778614 y 1,363201488 para el Benceno, Tolueno y Xileno; finalmente la I.E Mercedes Cabello de Carbonera obtuvo los menores valores de coeficiente de variación con 1.21257996, 1.199739494 y 1.19933861 para el Benceno, Tolueno y Xileno, respectivamente; resaltando que el Benceno fue el contaminante con mayor dispersión en la mayoría de las instituciones educativas con excepción de la I.E Daniel Becerra Ocampo donde el Xileno fue el contaminante con mayor dispersión; de igual modo, que en el estudio realizado por Altamirano & Meneses (2018), en el cual el Benceno mostró mayor dispersión de valores con rango de concentración de 0,07 – 13,85 $\mu g/m^3$.

Además, se realizaron la evaluación de Normalidad a través del test de Saphiro-Wilk de esta manera se determinó el tipo de prueba estadística correspondiente al presente estudio, obteniendo como resultado para la I.E Mercedes Cabello de Carbonera, E San Luis, I. E Daniel Becerra Ocampo y I. E Fe y Alegría, valores de p – valor de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno inferiores al valor de significancia (0.05), por ende, se rechazó la hipótesis nula (H_0) concluyendo que no provienen de una población normal, por otro lado, los valores p – valor de las variables meteorológicas (velocidad del viento, temperatura, presión y humedad relativa) tuvieron mayor variabilidad, siendo inferiores y superiores al valor de significancia (0.05), por tal motivo provienen de poblaciones normales y no normales; resultados similares se obtuvieron en el estudio realizado por Restrepo & González (2007), donde se aplicó pruebas no paramétricas específicamente la correlación de Spearman.

De las gráficas de Correlación de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno, se obtuvo que la temperatura es la variable estadísticamente significativa en todas las instituciones Educativas al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor y con coeficientes de correlación de 0.97, 0.99 y 0.99 para la I. E Mercedes Cabello de Carbonera, coeficientes de correlación de 0.97, 0.98 y 0.98 para la I. E San Luis, coeficientes de correlación de 0.99, 0.99 y 0.99 para la I. E Daniel Becerra Ocampo y coeficientes de correlación de 0.97, 0.98 y 0.99 para la I. E Fe y Alegría, con estos resultados se puede aseverar que hay una fuerte relación entre las variables y que esta relación es positiva porque las variables aumentan al mismo tiempo, esta fuerte relación se puede explicar ya que en diversos estudios se afirma que la temperatura es una variable importante a la hora de analizar a los compuestos orgánicos volátiles como los BTX (Cruz et al., 2019), puesto que es causante del aumento en la evaporación de dichos compuestos en las fuentes de emisión, además que en este estudio se obtuvieron las concentraciones en µg/muestra y para que convertir las unidades a $\mu g/m^3$ se hizo uso de los valores de Temperatura y Presión.

Otra variable meteorológica que tuvo una relación negativa moderada con las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno fue la Humedad Relativa al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor y con coeficientes de correlación de -0.60, -0.60 y -0.60 para la I. E Mercedes Cabello de Carbonera, con coeficientes de correlación de -0.55, -0.56 y -0.56 para la I. E San Luis y con coeficientes de correlación de -0.55, -0.55 y -0.54 para la I. E Daniel Becerra Ocampo, sin embargo, en la I. E Fe y Alegría esta relación no tuvo significancia al poseer *: 0.01 - 0.05 como correlación p –valor y coeficientes de correlación bajos. Por su lado, la precipitación no registro un valor de

correlación con las concentraciones de BTX debido a que sus valores no fluctuaron y permanecieron en 0.

Finalmente la comparación de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en las instituciones educativas se realizó a través del método de Interpolación de Kriging de ArcGis, con el cual se tuvo como resultado que en la I. E Fe y Alegría se encontraron las máximas concentraciones de estos contaminantes con valores promedio de 0.250 $\mu g/m^3$, 1.252 $\mu g/m^3$ y 1.670 $\mu g/m^3$, respectivamente; seguido de las instituciones educativas I. E San Luis y I. E Daniel Becerra Ocampo con valores promedio de 0.246 $\mu g/m^3$, 1.228 $\mu g/m^3$ y 1.637 $\mu g/m^3$, respectivamente; siendo la I. E Mercedes Cabello de Carbonera la institución con las mínimas concentraciones de estos contaminantes con valores promedio de 0.245 $\mu g/m^3$, 1.225 $\mu g/m^3$ y 1.634 $\mu g/m^3$, este hecho ocurrió debido a que al tener resultados de concentraciones que no sobrepasaron el límite de detección del equipo de monitoreo de BTX, estos valores dependieron básicamente de la Temperatura y Presión en cada punto y periodo de monitoreo, ya que las unidades de las concentraciones se debían de convertir a $\mu g/m^3$, y la metodología establecida en el Protocolo de Calidad de Aire del MINAM nos indica que el procedimiento de conversión involucra a la temperatura y presión a la hora del monitoreo, sabiendo que se tenían valores bajos y dependientes, las variables meteorológicas de temperatura y Presión jugaron un rol importante en la dispersión de las distribuciones; es así que se puede explicar que los valores más altos obtenidos en la I. E Fe y Alegría es a causa de la temperatura y presión, específicamente la presión fue la variable causante de este suceso ya que en las demás instituciones educativas se obtuvieron valores promedio de presión de 758.04 mmHg, 757.63 mmHg y 758.3 mmHg, mientras que en la I. E Fe y Alegría el

valor promedio de presión fue de 742.44 mmHg, esta diferencia de valores es debido a la ubicación de las instituciones educativas, ya que las instituciones I. E Mercedes Cabello de Carbonera, I. E San Luis y I. E Daniel Becerra Ocampo se encuentran a una altura cerca al nivel del mar por otro lado la I. E Fe y Alegría se ubica a una mayor altura, por ende una menor cantidad de aire queda por encima, por consiguiente hay un peso menor del aire que ejerce una presión menor (Rodríguez, 2004).

VI. CONCLUSIONES

- La relación de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno con las variables meteorológicas se estableció a través del método de Spearman que consiste en la correlación de datos con la función Chart.Correlation perteneciente al paquete Performance Analytics del Software R, los resultaron demostraron que la Temperatura es la variable meteorológica que es estadísticamente significativa al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor, alcanzando coeficientes de correlación de 0.99 y 0.98 en todas las instituciones educativas, teniendo una relación positiva porque las variables aumentan al mismo tiempo, siendo la Temperatura la causante del aumento en la evaporación de dichos compuestos en las fuentes de emisión, además que en este estudio las concentraciones dependieron de los valores de Temperatura y Presión al no sobrepasar el límite de detección del equipo de monitoreo. Además, otra variable a destacar por su correlación fue la Humedad Relativa al poseer *** (0 - 0.001) como correlación p –valor, alcanzando coeficientes de correlación moderados de -0.60 aproximadamente solo en tres de las instituciones educativas. La precipitación no presentó valores de correlación debido a que se registraron valores de 0 mm durante el periodo de monitoreo. Por otro lado, la velocidad y dirección del viento fueron evaluados por la función polarFreq perteneciente al paquete Open Air del software R, determinando su influencia en la dispersión de los compuestos BTX a direcciones predominantes del sur, sur sudeste, sur sudoeste, sureste y este.

- Las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno se determinaron con el método de adsorción mediante tubos de carbón (tren de muestreo), obteniéndose en la I. E Mercedes Cabello de Carbonera valores promedio de 0.245 $\mu g/m^3$, 1.225 $\mu g/m^3$ y 1.634 $\mu g/m^3$, respectivamente; en la I. E San Luis valores promedio de 0.246 $\mu g/m^3$, 1.228 $\mu g/m^3$ y 1.637 $\mu g/m^3$, respectivamente; en la I. E Daniel Becerra Ocampo valores promedio de 0.246 $\mu g/m^3$, 1.228 $\mu g/m^3$ y 1.637 $\mu g/m^3$, respectivamente; y en la I. E Fe y Alegría valores promedio de 0.250 $\mu g/m^3$, 1.252 $\mu g/m^3$ y 1.670 $\mu g/m^3$, respectivamente. Cabe resaltar que las concentraciones no sobrepasaron el límite de detección del equipo de monitoreo.

- Las variables meteorológicas se monitorearon con una estación meteorológica en cada punto y periodo de monitoreo, obteniendo valores de velocidad de viento desde 0.4 m/s a 4.9 m/s, valores de dirección del viento desde 0° a 292.5°, valores de temperatura desde 13.1°C a 25.4°C, valores de presión desde 741.2 mmHg a 759.7mmHg, valores de humedad relativa desde 47% a 89%, y valores de precipitación de 0.

- Al comparar las concentraciones de Benceno Tolueno y Xileno, se obtuvo que la I. E Fe y Alegría presentó los más altos valores promedio de concentración con 0.250 $\mu g/m^3$, 1.252 $\mu g/m^3$ y 1.670 $\mu g/m^3$, respectivamente; y la I. E Mercedes Cabello de Carbonera presentó los más bajo valores promedio de concentraciones con 0.245 $\mu g/m^3$, 1.225 $\mu g/m^3$ y 1.634 $\mu g/m^3$, respectivamente; este resultado es explicado por las bajas concentraciones de contaminantes hallados que no superaron el límite de detección del equipo de monitoreo, y dependieron básicamente de la Temperatura y Presión, siendo la Presión la causante de la dispersión de las distribuciones al tener bajos valores en la I. E Fe y Alegría debido a su ubicación.

VII. RECOMENDACIONES

- En el presente estudio, los monitoreos de las concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno en las instituciones educativas aledañas al Consorcio Terminal se ejecutó durante el periodo desde octubre del 2020 a diciembre del 2020 por lo cual se abarcó parte de la estación de primavera y verano, por ello para una mejora compresión de la variabilidad de concentraciones de estos compuestos es que se recomienda el monitoreo en las estaciones faltantes de tal modo se conocería a mayor profundidad esta variabilidad.

- Además, se recomienda el uso de nuevas metodologías y equipos de detección de Benceno, Tolueno y Xileno, debido a que, en la presente investigación, los resultados obtenidos no sobrepasaron el límite de detección del equipo de monitoreo seleccionado, por ende, la comparación de concentraciones y su posterior evaluación quedan dependientes de otros valores meteorológicos y al tener valores muy pequeños, es indispensable una medición con límites de detección muy específico.

- De igual modo se recomienda la evaluación de Benceno, Tolueno y Xileno conjuntamente con la determinación de las concentraciones de O_3, ya que se ha demostrado que están involucrados en la formación del O_3, así se podría determinar el grado de influencia de estos compuestos en la provincia de Ilo, de esta manera se podría evaluar la adopción de medidas de control, mitigación y/o remediaciones correspondientes.

- Finalmente, se recomienda que se ejecute una evaluación de riesgos a la salud por Benceno, Tolueno y Xileno, a causa de que el Benceno se encuentra clasificado como carcinógeno (Grupo 1) y el Tolueno y Xileno están clasificados como no carcinogénicos (Grupo 3), con esta evaluación se podría determinar el grado de afectación a la salud de los ciudadanos a diferentes rangos de edades y más aún en la provincia de Ilo, donde las instituciones educativas se encuentran aledañas al Consorcio Terminal, siendo un foco de emisión de compuestos orgánicos volátiles como los BTX.

VIII. REFERENCIAS

Abbasi, F., Pasalari, H., Delgado-Saborit, J., Rafiee, A., Abbasi, A., & Hoseini, M. (2020). Characterization and risk assessment of BTEX in ambient air of a Middle Eastern City. *Process Safety and Environmental Protection*, 98-105. doi:https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.03.019

Altamirano, C., & Meneses, L. (2018). DETERMINACIÓN DE BTEX EN AIRE AMBIENTE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO MEDIANTE CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTOR DE IONIZACIÓN DE LLAMA. *infoANALÍTICA*(6), 25-37. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7113387

Arias, F. G. (2006). Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición.

Atkinson, R. (2000). Química atmosférica de COV y NOx revista Atmosfera, Reinar. pp. 2063 – 2101, doi: 10.1016 / S1352-2310 (99) 00460-4

ATSDR, (2001) Interaction Profile for Benzene, Ethylbenzene, Toluene, and Xylenes (BTEX) (draft for public comments), Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Department of Health and Human Services

Avigo, D.; Godoi, A.; Janissek; P.; Makarovska, Y., Krata; A., Potgieter-Vermaak S. (2008). Particulate matter analysis at elementary schools in Curitiba, Brazil. Anal Bioanal Chem, pp. 391, 1459–68.

Baghani, A. N., Sorooshian, A., Heydari, M., Sheikhi, R., Golbaz, S., Ashournejad, Q., . . . Shahsavani, A. (2019). A case study of BTEX characteristics and health effects by major

point sources of pollution during winter in Iran. *Environmental Pollution*, 607-617. doi:https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.070

Bertoni, G.; Ciuchini, C.; Pasini, A. y Tappa, R., (2002). Monitoring of ambient BTX at Monterotondo (Rome) and indoor–outdoor evaluation in school and domestic sites. Journal of Environmental Monitoring, pp. 4, 903–909.

Brusseau, M., Matthias, A., Comrie, A., & Musil, S. (2019). *Chapter 17 - Atmospheric Pollution* (Tercera ed.). Environmental and Pollution Science. doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00017-3

Buczynska, V.; Kontozova, L.; Bencs, I.; Naveau, E.; Roekens, R.; Grieken (2009). Concentraciones atmosféricas de BTEX en un área con tráfico intenso. Atmospheric Environment. pp. 311 – 318, doi:10.1016/j.atmosenv.2008.09.071

Buonanno G, Marini S, Morawska L, Fuoco F. (2012). Individual dose and exposure of Italian children to ultrafine particles. Sci Total Environ, pp. 438:271–7.

Cocheo, V., Sacco, P., Boaretto, C., De Saeger, E., Perez Ballesta, P., Skov, H., Goelen, E., Gonzales, N., Baeza Caracena, A., (2000). Urban benzene and population exposure. Nature, pp. 404, 141–142.

Corrêa, G. y Afbilla, M. (2007). Un programa de monitoreo de dos años de hidrocarburos aromáticos en el centro de Río de Janeiro. J. Braz. Chem Soc, 18, pp. 539 – 543. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-50532007000300007

Corrêa, S.; Corrêa, G.; Afbilla, M.; Marques, K. y Oliveira (2012). El impacto de las emisiones de BTEX de las estaciones de servicio a la atmósfera Atmos Encuesta. Res., 3, pp. 163 – 169. doi: 10.5094 / APR. 2012.016

Cruz, L. P., Santos, D. F., dos Santos, I. F., Gomes, I. V., Santos, A. V., & Souza, K. S. (2019). EXPLORATORY ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC LEVELS OF BTEX, CRITERIA AIR POLLUTANTS AND METEOROLOGICAL PARAMETERS IN A TROPICAL URBAN AREA IN NORTHEASTERN BRAZIL. *Microchemical Journal*. doi:: https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104265

Dankhe, O. L. (1976). Investigación y comunicación, en C. Fernández—Collado y G.L. Dankhe (Eds): "La comunicación humana: ciencia social'. México, D.F: McGrawHill de México. Capítulo 13, pp. 385—454

ESCALE (2019) Unidad de Estadístico Educativa del Ministerio de Educación http://escale.minedu.gob.pe/

Fernandez, V.; Lopez, P.; Muniategui, S.; Prada, D., Fernandez, E., Tomas, X., (2004). C1 to C9 volatile organic compound measurements in urban air. Science of the Total Environment, pp. 334-335, 167–176

Galindo-Dominguez, Héctor (2020). ESTADÍSTICA PARA NO ESTADÍSTICOS UNA GUÍA BÁSICA SOBRE LA METODOLOGÍA CUANTITATIVA DE TRABAJOS ACADÉMICOS

Godoi, A.; Godoi, R.; Azevedo, R. y Maranho, L. (2010). Pollution and density of vegetation: BTEX in some public areas of Curitiba — PR, Brazil. Quim Nova; 33(4):827–33.

Godoi, R.; Avigo, J.; Campos VP, Tavares TM, de Marchi MRR, Van Grieken R, et al. (2009). Indoor air quality assessment of elementary schools in Curitiba, Brazil. Water Air Soil Pollut Focus. http://dx.doi.org/10.1007/s11267-009-9220-3.

Godoi, RHM Godoi , AFL Godoi , SJG Junior , SL Paralovo , GC Borillo , CGG Barbosa , MG Arantes , RC Charello , NAR Filho , MT Grassi , CI Yamamoto , S. Potgieter-Wermaak , GG Rotondo , K. de Wael , RV Grieken (2013). Ambiente saludable: calidad del aire interior de las escuelas primarias brasileñas cercanas a la industria petroquímica Sci. Entorno total, pp. 639 – 646 doi: 10.1016 / j. scitotenv.2013.06.043

Golkhorshidi, F., Sorooshian, A., Jafari, A. J., Baghani, A. N., Kermani, M., Kalantary, R. R., . . . Delikhoon, M. (2019). On the nature and health impacts of BTEX in a populated middle eastern city: Tehran, Iran. *Atmospheric Pollution Research*, 921-930. doi:https://doi.org/10.1016/j.apr.2018.12.020

Gül H, Gaga EO, Döğeroğlu T, Özden O, Ayvaz O, Özel S. (2011). Respiratory health symptoms among students exposed to different levels of air pollution in a Turkish city. Int J Environ Res Public Health 8(11) pp. 10–25

Habil M, Taneja A. (2011). Children's exposure to indoor particulate matter in naturally ventilated schools in India. Indoor Built Environ, 20:430–48

Hajizadeh, Y., Mokhtari, M., Faraji, M., Mohammadi, A., Nemati, S., Ghanbari, R., . . . Miri, M. (2018). Trends of BTEX in the central urban area of Iran: A preliminary study of photochemical ozone pollution and health risk assessment. *Atmospheric Pollution Research*, 220-229. doi:https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.09.005

Hernández, R.; Fernandez, C.; Baptista, R. (2010). Metodología de la investigación. Obtenido de https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf

IDEAM, (2011). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Subdirección de Estudios Ambientales.

IEH, (1999). Institute for Environmental and Health Report on Benzene in the Environment: An Evaluation of Exposure of the UK General Population and Possible Adverse Health Effects, Report 12.

Ilgen, E., Levsen, K., Angerer, J., Schneider, P., Heinrich, J., Wichmann, H.-E., (2001b). Aromatic hydrocarbons in the atmospheric environment: Part II. Univariate and multivariate analysis and case studies of indoor concentrations. Atmospheric Environment 35, pp. 1253–1264

Ilgen, E.; Karfich, N.; Levsen, K..; Angerer, J.; Schneider, P.; Heinrich, J.; Wichmann, H.; Dunemann, L. y Begerow, J. (2001a). Aromatic hydrocarbons in the atmospheric environment: Part I. Indoor versus outdoor sources, the influence of traffic. Atmospheric Environment 35, pp. 1235–1252

Instituto Mexicano del Petróleo. (2002). Contribution of the Gasoline Distribution Cycle to Volatile Organic Compound Emissions in the Metropolitan Area of Mexico City. Recuperado el 18 de octubre de 2013, de Journal of the air and waste management Association: http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10473289.2002.10470803.

Kerlinger, F. (1973). investigacion del comportamiento metodos de investigacion . mexico: ediciones sac.

Khoder, M. (2007). Ambient levels of volatile organic compounds in the atmosphere of Greater Cairo. Atmospheric Environment 41, pp. 554–566

Lamb, B.; Gay, D.; Westberg, H. y Pierce, T. (1993). A biogenic hydrocarbons emission inventory for the, U.S.A. using a simple forest canopy model. Atmospheric Environment 27A, 1673:1690.

Landrigan, P.; Kimmel, C.; Correa, A. y Eskenazi, B. (2004). Children's health and the environment: public health issues and challenges for risk assessment. Environ Health Perspect; 12(2):257–65.

Latif, M. T., Abd Hamid, H. H., Ahamad, F., Khan, M. F., Mohd Nadzir, M. S., Othman, M., . . . Tahir, N. M. (2019). BTEX compositions and its potential health impacts in Malaysia. *Chemosphere*. doi:https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124451

Liu, J.; Mu, Y.; Za, Y.; Zhang, Z; Wang, X; Liu, Y. y Sun, Z. (2009). Niveles atmosféricos de compuestos BTEX durante los Juegos Olímpicos de 2008 en el área urbana de Beijing, Sci. Entorno total, 408, pp. 109 – 116. doi: 10.1016 / j.scito- tenv.2009.09.026

Ministerio del Ambiente (2019). Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.- Decreto Supremo que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire.

National Research Council, (1991). Rethinking the Ozone Problem in Urban and Regional Air Pollution. National Academy Press, Washington, DC.

NIOSH. (s.f.). Obtenido de https://www.cdc.gov/niosh/index.htm

OMS. (2005). Petroleum products in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/05.08/123)

OMS. (2021). *Organizaciòn Mundial de la Salud*. Obtenido de https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_2

Parlamento Europeo y del Consejo. (2000). Directiva 2000/69/CE sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente

Placet, M., Mann, C., Gilbert, R.O. y Niefer, M., (2000). Emissions from stationary sources. Atmospheric Environment, in press.

Real Decreto (2003) 117/2003. limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.

Restrepo, Luis F, & González, Julián. (2007). De Pearson a Spearman. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 20(2), 183-192. Retrieved December 09, 2021, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902007000200010&lng=en&tlng=es.

Rubiano, Claudia (2013). Un plan de gestión para la prevención y control de la contaminación del aire por BTX (Benceno, Tolueno, Xileno) en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Selltiz, C. M. (2006). *Métodos De Investigación En Las Relaciones Sociales.* España.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2011) INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES Subdirección de Estudios Ambientales.

Skov, H.; Hansen, A.; Lorenzen, G.; Vibeke, Andersen, H.; y Løfstrøm, C. (2001). Benzene exposure and the effect of traffic pollution in Copenhagen, Denmark. Atmospheric Environment 35, pp. 2463–2471

Spiker R. C y Morris G. B. (2001), "Solvents and industrial hygiene". En: Wallace Hayes (Ed) Principles and methods of toxicology. Four Edition. Chapter 12. Taylor and Francis. EUA. Pp 552-553.

Srivastava, A., Joseph, A.E., Devotta, S., (2006). Volatile organic compounds in ambient air of Mumbai - India. Atmospheric Environment 40, pp. 892- 903.

Srivastava, A.; Joseph, A.; More, A. y Patil, S. (2005). Emissions of VOCs at urban petrol retail distribution centres in India (Delhi and Mumbai). Environmental Monitoring and Assessment 109, 227-242

Sudman, S. (1976). Muestreo aplicado. Estudios cuantitativos en relaciones sociales. Nueva York:Prensa académica.

U.S.EPA, (2005). Guidelines for Carcinogenic Risk Assessment. Risk Assessment Forum, EPA/630/P–03/001F.

United States Environmental Protection Agency [EPA]. (2017). Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Office of Air Quality Planning and Standard. 2

World Meteorological Organization [WHO] (1995). Scientific assessment of ozone depletion: 1994. World Meteorological Organization Global Ozone Research and Monitoring Project, Report No. 37, Geneva, Switzerland, February.

Zhao, L.; Wang, X.; He, Q.; Wang, H.; Sheng, G.; Chan, L.Y.; Fu, J. y Blake, D. (2004). Exposure to hazardous volatile organic compounds, PM10 and CO while walking along streets in urban Guangzhou, China. Atmospheric Environment 38, 6177–6184.

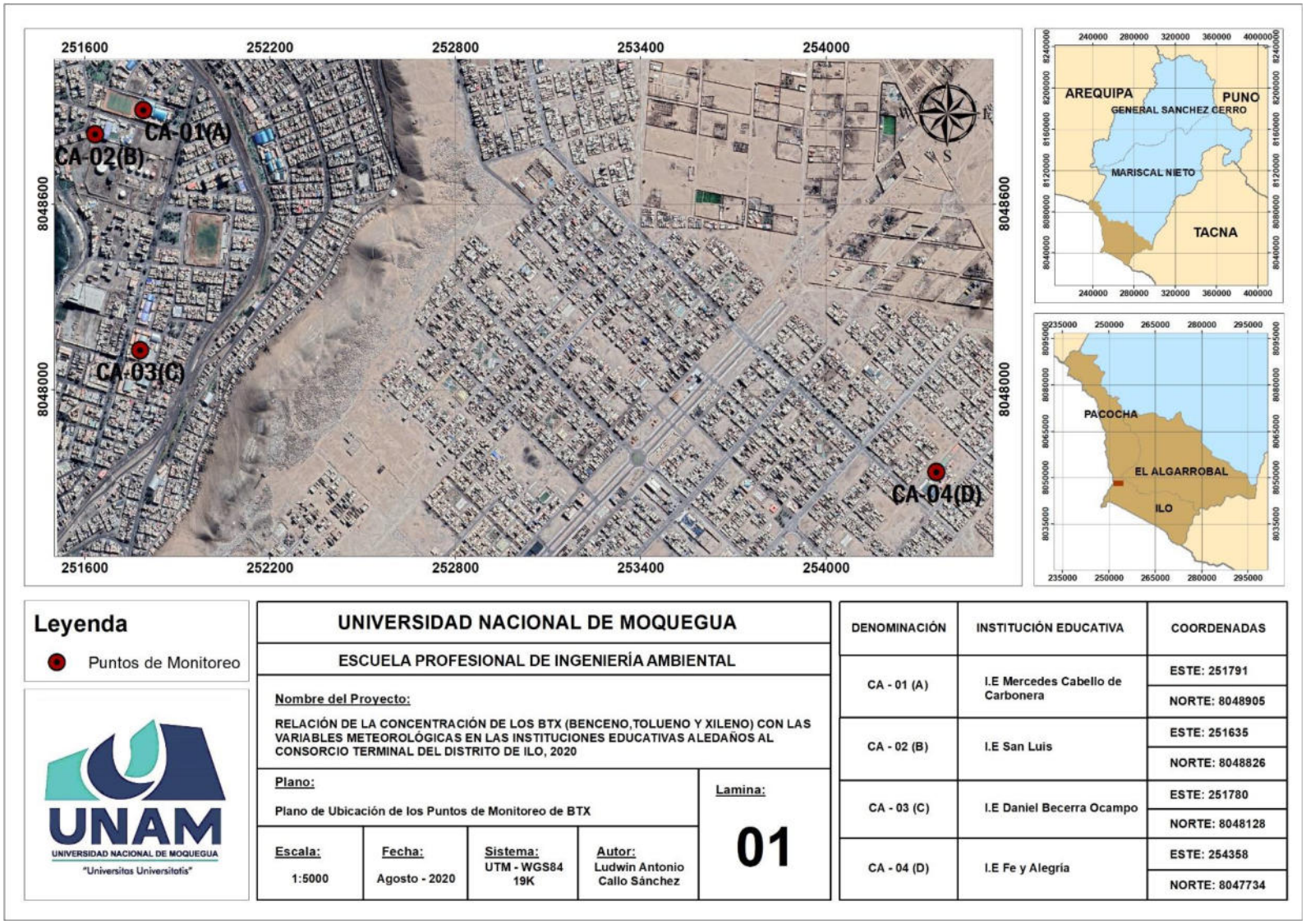
IX. ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia.

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS	*VARIABLES E INDICADORES*
RELACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS BTX (BENCENO, TOLUENO Y XILENO) CON LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS EN LAS	*Problema Principal* **¿CUÁL ES LA RELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN DE LOS BTX (BENCENO, TOLUENO Y XILENO) CON LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS**	*Objetivo General* • **Relacionar la concentración de los BTX (benceno, tolueno y xileno) con las variables meteorológicas en las instituciones educativas aledaños al consorcio terminal del distrito de Ilo, 2020.** *Objetivo Especifico* • **Determinar la concentración de los BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) con el método de adsorción**	*Variable 1 =* ***Concentración de los BTX.*** *indicadores* - ***Benceno*** - ***Tolueno*** - ***Xileno*** *Variable 2 =* ***variables meteorológicas*** *Indicadores* - ***Temperatura*** - ***Humedad Relativa***

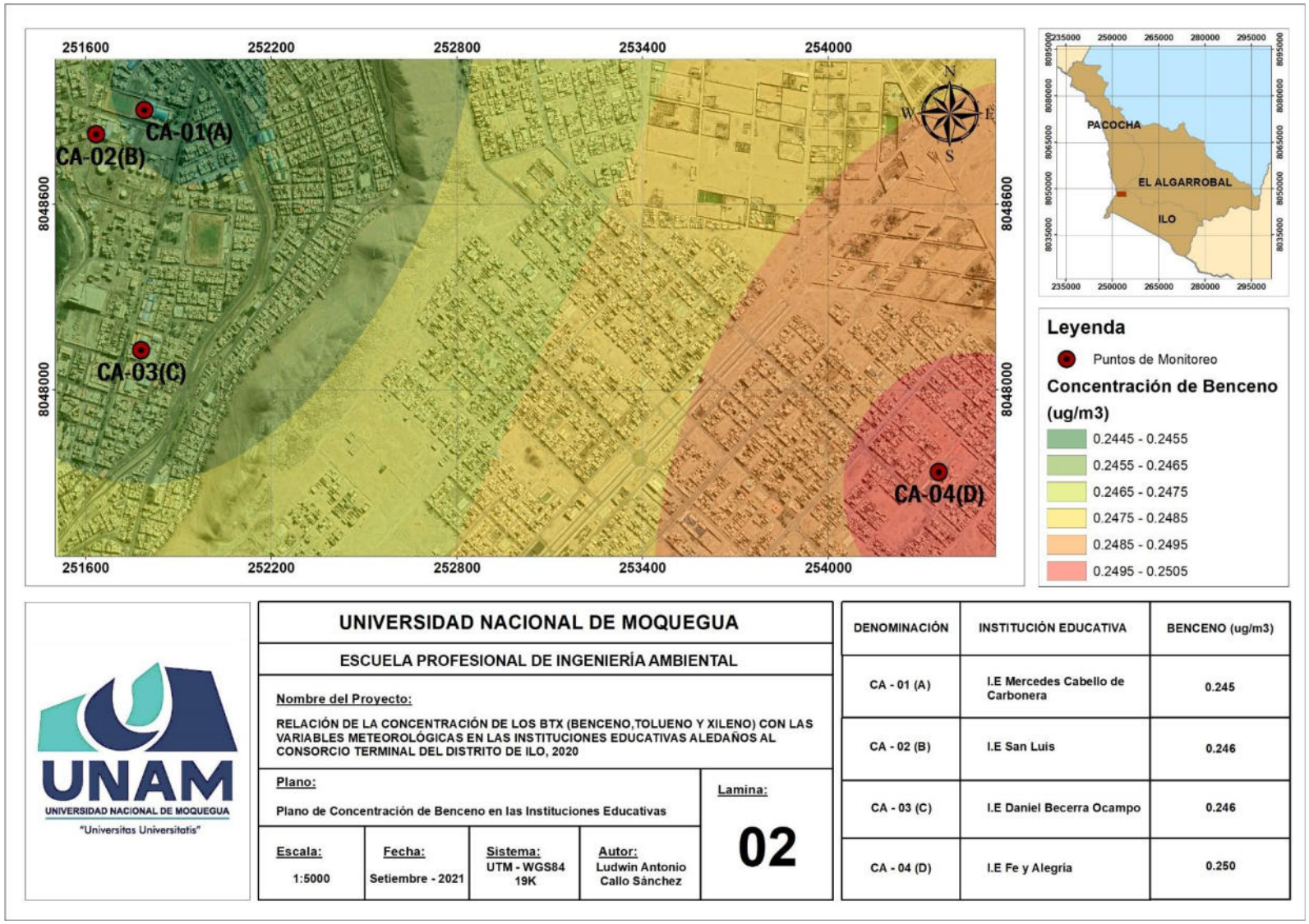
INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALEDAÑOS AL CONSORCIO TERMINAL DEL DISTRITO DE ILO, 2020.	**EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALEDAÑOS AL CONSORCIO TERMINAL DEL DISTRITO DE ILO 2020?**	**mediante tubos con carbón activado.** • **Monitorear las variables meteorológicas (temperatura, humedad, precipitación, velocidad y dirección de viento) en cada estación de muestreo.** • **Comparar las concentraciones de los BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) del entorno a las instituciones educativos, aledaños al Consorcio Terminal, con otra institución educativa alejado del mismo Consorcio terminal.**	- ***Precipitación*** - ***Velocidad del viento.*** - ***Dirección del viento.***

ANEXO 02: Plano de Ubicación de los puntos de monitoreo de BTX en el Distrito de Ilo.



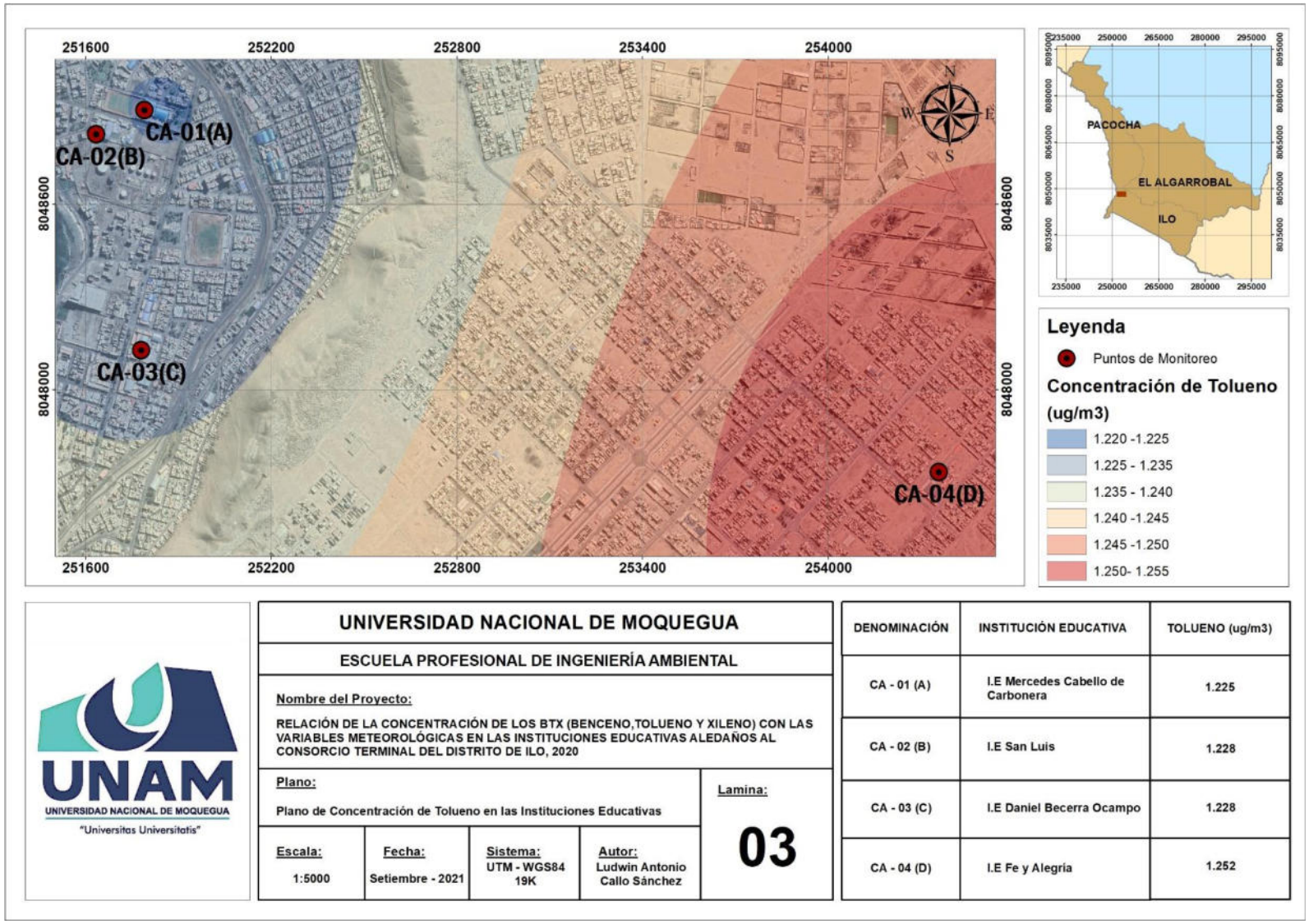
Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 03: Plano de Concentraciones de Benceno en las Instituciones Educativas.



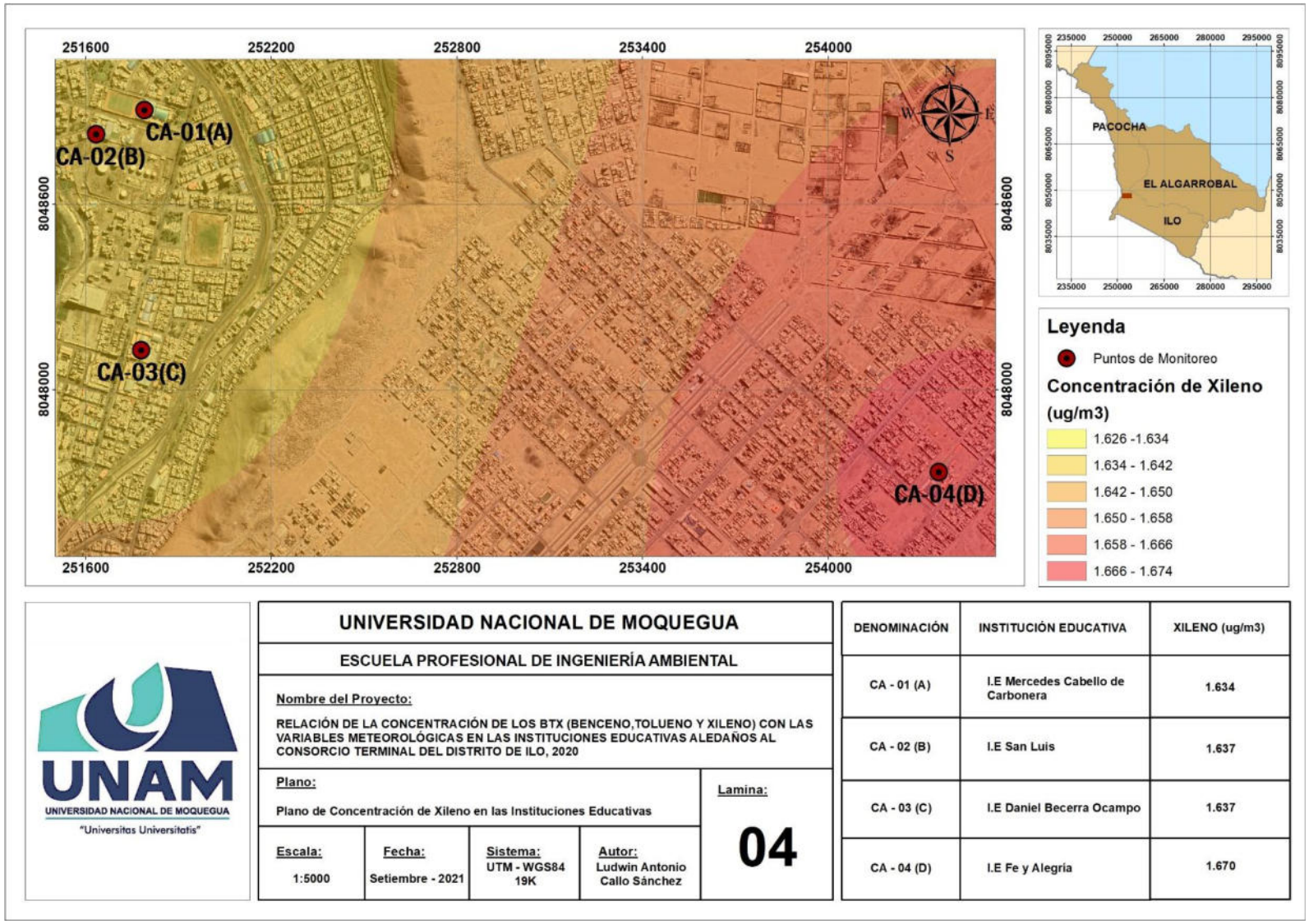
Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 04: Plano de Concentraciones de Tolueno en las Instituciones Educativas.



Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 05: Plano de Concentraciones de Xileno en las Instituciones Educativas.



Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 06: Conversión de unidades basado en el protocolo de monitoreo de aire 2019

- Determinar el rango de periodo en el cual no se ha cumplido con alguno de los criterios de validación, debiendo indicarse el (los) parámetro(s), equipo(s) y estación(es), así como cuáles han sido los criterios no cumplidos.
- Colocar la información de monitoreo que no haya cumplido con los criterios de validación en observación, mediante señales definidas por la institución que gestione la red o estación de monitoreo. Ello podrá realizarse mediante un sistema de banderas u otros mecanismos similares.
- A efectos del reporte de la data validada, se debe descartar toda información de monitoreo que no haya cumplido con los criterios de validación.
- Analizar las razones por las cuales la información pudiera haber no cumplido con los criterios de validación, y ejecutar las acciones correctivas y evaluar los riesgos asociados a futuras acciones de monitoreo.
- La información resultante de la aplicación de los pasos indicados líneas arriba debe documentarse y anexarse a todo informe o reporte de monitoreo.
-

L.1.3 Cálculo de concentraciones

Con la finalidad de comparar los resultados obtenidos con los ECA para aire vigentes, las concentraciones de los contaminantes de calidad del aire se deben reportar en las unidades de microgramos por metro cúbico ($\mu g/m^3$).

Asimismo, se debe tomar en consideración que todo resultado obtenido debe ser reportado indicando también **el valor de incertidumbre expandida de la medición**, de conformidad con lo establecido en la NTP-ISO/IEC 17025:2017 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración", o su versión actualizada.

MINISTERIO DEL AMBIENTE V°B° G. BECERRA Dirección General de Calidad Ambiental MINAM

En el caso de los contaminantes gaseosos, el volumen se debe expresar en condiciones estándar, es decir a una temperatura de 298 Kelvin y una presión atmosférica de 101,3 kPa (760 mmHg o 1 atm). En el caso del material particulado y las sustancias que deben analizarse en la fase de partículas (por ejemplo, el plomo), el volumen de muestreo se debe expresar en las condiciones ambientales (volumen actual) en términos de temperatura ambiental y presión atmosférica promedio, medidas durante el periodo de muestreo:

- **En el caso de los contaminantes gaseosos**

$$\text{Concentración} = [\text{Gas}] = \frac{M}{Vstd}$$

Dónde:
M: masa del contaminante, en µg (microgramos).
Vstd: volumen estandarizado de la muestra, en m^3 std.

$$Vstd = (\text{Va}) \times \left(\frac{Pa}{Pstd}\right)\left(\frac{Tstd}{Ta}\right)$$

Dónde:
Va: volumen actual de la muestra en m^3 (en términos de temperatura ambiental y presión atmosférica promedio, medidas durante el periodo de muestreo).
Ta: temperatura ambiental promedio en Kelvin, medida durante el periodo de muestreo.
Pa: presión atmosférica promedio en kPa, mmHg o atm, medida durante el periodo de muestreo.
Tstd: temperatura estándar = 298 Kelvin.
Pstd: presión estándar = 101,3 kPa = 760 mmHg = 1 atm.

$$Va = (\mathrm{Qa}) \times (\mathrm{t})$$

Dónde:
Qa: flujo de muestreo promedio, en m^3/min.
t: tiempo o periodo de muestreo, en minutos.

En el caso de algunos equipos de monitoreo automático de gases ambientales, los resultados se obtienen en las unidades de partes por billón (ppb), por lo que para reportar en las unidades de microgramos por metro cúbico, se debe realizar la siguiente conversión:

$$\mathrm{Concentración} = [\mathrm{Gas}] = \frac{M}{\mathrm{Vstd}} = [ppb]x\left(\frac{\bar{M}}{Vmol}\right)$$

Dónde:
M: masa del contaminante en µg (microgramos).
Vstd: volumen estandarizado de la muestra en m^3 std.
[ppb]: concentración del contaminante en partes por billón.
$\bar{M}$: peso molecular del contaminante en gramos/mol.
Vmol: volumen de un mol de gas a condiciones estándar = 24,4 litros/mol.

- **En el caso del material particulado y las sustancias que deben analizarse en la fase de partículas**

$$\mathrm{Concentración} = [\mathrm{Partículas}] = \frac{M}{Va}$$

Dónde:
M: masa del contaminante, en µg (microgramos).
Va: volumen actual de la muestra, en m^3 (en términos de temperatura ambiental y presión atmosférica promedio, medidas durante el periodo de muestreo).

$$Va = (Qa) \times (t)$$

Dónde:
Qa: flujo de muestreo promedio, en m^3/min.
t: tiempo o periodo de muestreo, en minutos.

Finalmente, para una mayor entendimiento de cómo obtener concentraciones promedios comparables con los ECA para Aire, se sugiere revisar, el anexo denominado "Guía para el cálculo de promedios comparables con su correspondiente ECA" (ver sección P del presente documento).

L.2 Reporte o informe de monitoreo

Todo reporte o informe de monitoreo debe ser remitido, tanto en versión física[61] como digital, a la autoridad ambiental competente.

En el caso de los reportes o informes de los administrados en el marco de sus compromisos ambientales asumidos, esta autoridad corresponde al OEFA u otra Entidad de Fiscalización Ambiental (EFA), según el caso. Cuando se trate de monitoreos realizados por entidades públicas, la autoridad ambiental competente es el MINAM.

Tanto el MINAM como las EFA y OEFA, deben realizar las coordinaciones necesarias para incorporar los reportes/informes de monitoreo al Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), sin perjuicio de la potestad que tiene cada entidad para publicar dicha información en sus respectivos portales web.

L.2.1 Data original (Cruda)

La data original (cruda) debe ser guardada y anexada a todo reporte o informe de monitoreo, en el mismo formato en que es generada por el equipo (*.dat, *.txt, *.cvs u otro de acuerdo al manual del fabricante). En ningún caso, la data original debe ser editada o alterada.

La data en mención también puede reportarse en tiempo real desde cualquier sitio web previamente establecido. Su reporte debe contemplar todo lo indicado en la sección L.1.1. del presente protocolo. Adicionalmente, cuando el reporte de la data original se realice en línea, se debe precisar, en el reporte, que la data se encuentra en proceso de validación, para evitar potenciales confusiones en el usuario de la información.

L.2.2 Concentraciones validadas

Las concentraciones validadas y calculadas luego de haber seguido todo el procedimiento establecido en la sección L.1, deben ser reportadas en medios físicos y/o digitales, pudiendo incluso

[61] Únicamente en aquellas instituciones en las cuales se haya implementado plataforma(s) informática(s) para el uso de documentos digitales con valor legal (firma digital) será posible omitir la presentación en versión física.

ANEXO 07: Resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

Denominación	Fecha	Horario	Benceno	Tolueno	Xileno
A.1	27/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	0.244	1.219	1.626
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	0.244	1.220	1.626
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	0.245	1.225	1.633
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.245	1.223	1.631
A.2	2/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	0.244	1.222	1.630
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	0.244	1.221	1.628
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	0.244	1.218	1.624
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	0.243	1.216	1.622
A.3	9/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	0.243	1.216	1.621
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	0.243	1.213	1.618
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.242	1.210	1.613
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.241	1.207	1.610
A.4	16/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	0.241	1.207	1.610
		1:00 a. m. a 2:00 a. m.	0.241	1.207	1.610
		2:00 a. m. a 3:00 a. m.	0.242	1.209	1.611
		3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.242	1.208	1.611
A.5	23/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	0.242	1.208	1.610
		5:00 a. m. a 6:00 a. m.	0.241	1.207	1.610
		6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.241	1.206	1.608
		7:00 a. m. a 8:00 a. m.	0.241	1.205	1.606
A.6	30/11/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	0.248	1.239	1.652
		9:00 a. m. a 10:00 a. m.	0.248	1.240	1.653
		10:00 a. m. a 11:00 a. m.	0.249	1.243	1.657
		11:00 a. m. a 12:00 p. m.	0.249	1.243	1.657
A.7	7/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	0.249	1.244	1.659
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	0.249	1.245	1.660
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	0.249	1.245	1.661
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.249	1.246	1.661
A.8	14/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	0.249	1.245	1.660
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	0.248	1.241	1.655
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	0.247	1.236	1.648
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	0.246	1.232	1.643
A.9	21/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	0.247	1.237	1.649
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	0.247	1.235	1.647
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.247	1.236	1.648
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.247	1.237	1.650

ANEXO 08: Resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E San Luis

Denominación	Fecha	Horario	Benceno	Tolueno	Xileno
B.1	28/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	0.242	1.210	1.614
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	0.244	1.219	1.626
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	0.244	1.220	1.626
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.245	1.225	1.633
B.2	3/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	0.246	1.228	1.637
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	0.245	1.225	1.633
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	0.244	1.222	1.629
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	0.244	1.221	1.628
B.3	10/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	0.243	1.216	1.621
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	0.242	1.211	1.614
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.242	1.211	1.615
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.241	1.207	1.610
B.4	17/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	0.241	1.206	1.609
		1:00 a. m. a 2:00 a. m.	0.241	1.207	1.609
		2:00 a. m. a 3:00 a. m.	0.241	1.207	1.610
		3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.242	1.208	1.611
B.5	24/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	0.242	1.208	1.611
		5:00 a. m. a 6:00 a. m.	0.241	1.207	1.610
		6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.242	1.208	1.610
		7:00 a. m. a 8:00 a. m.	0.241	1.206	1.607
B.6	1/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	0.249	1.246	1.662
		9:00 a. m. a 10:00 a. m.	0.250	1.251	1.668
		10:00 a. m. a 11:00 a. m.	0.250	1.252	1.669
		11:00 a. m. a 12:00 p. m.	0.250	1.251	1.669
B.7	8/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	0.251	1.253	1.670
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	0.251	1.253	1.671
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	0.251	1.255	1.673
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.251	1.253	1.671
B.8	15/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	0.250	1.248	1.664
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	0.249	1.245	1.660
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	0.248	1.240	1.654
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	0.246	1.232	1.643
B.9	22/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	0.247	1.237	1.649
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	0.247	1.235	1.647
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.248	1.238	1.651
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.247	1.236	1.648

ANEXO 09: Resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Daniel Becerra Ocampo

Denominación	Fecha	Horario	Benceno	Tolueno	Xileno
C.1	29/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	0.245	1.226	1.634
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	0.245	1.225	1.634
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	0.245	1.223	1.631
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.246	1.228	1.638
C.2	4/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	0.245	1.226	1.635
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	0.245	1.223	1.631
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	0.243	1.217	1.622
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	0.243	1.214	1.618
C.3	11/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	0.243	1.214	1.619
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	0.242	1.209	1.612
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.241	1.207	1.609
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.241	1.207	1.609
C.4	18/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	0.242	1.208	1.610
		1:00 a. m. a 2:00 a. m.	0.241	1.207	1.609
		2:00 a. m. a 3:00 a. m.	0.241	1.203	1.604
		3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.241	1.205	1.606
C.5	25/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	0.242	1.210	1.614
		5:00 a. m. a 6:00 a. m.	0.243	1.214	1.618
		6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.243	1.214	1.619
		7:00 a. m. a 8:00 a. m.	0.243	1.215	1.620
C.6	2/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	0.247	1.235	1.646
		9:00 a. m. a 10:00 a. m.	0.248	1.239	1.652
		10:00 a. m. a 11:00 a. m.	0.250	1.250	1.667
		11:00 a. m. a 12:00 p. m.	0.250	1.251	1.669
C.7	9/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	0.251	1.254	1.672
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	0.251	1.255	1.673
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	0.251	1.255	1.674
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.250	1.252	1.670
C.8	16/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	0.249	1.247	1.663
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	0.249	1.245	1.660
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	0.248	1.241	1.654
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	0.247	1.235	1.647
C.9	23/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	0.248	1.238	1.650
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	0.247	1.236	1.647
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.247	1.234	1.646
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.247	1.234	1.645

ANEXO 10: Resultados de concentraciones de Benceno, Tolueno y Xileno de la I. E Fe y Alegría

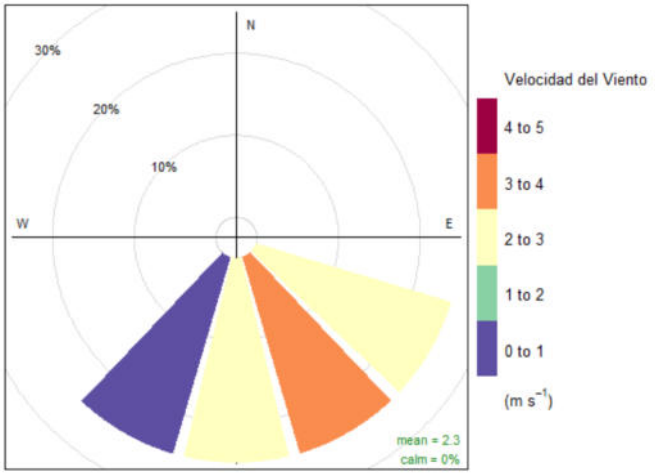
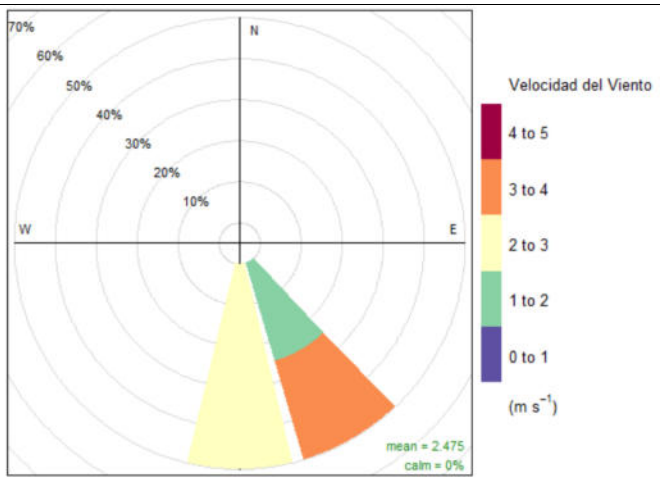
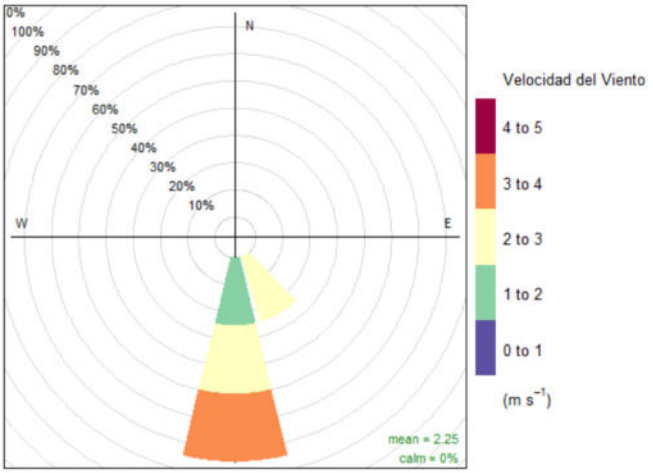
Denominación	Fecha	Horario	Benceno	Tolueno	Xileno
D.1	30/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	0.250	1.249	1.666
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	0.249	1.246	1.661
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	0.249	1.246	1.661
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.249	1.245	1.660
D.2	5/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	0.248	1.241	1.655
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	0.248	1.238	1.651
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	0.247	1.235	1.646
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	0.247	1.235	1.647
D.3	12/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	0.247	1.236	1.647
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	0.247	1.237	1.650
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.247	1.236	1.648
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.247	1.237	1.649
D.4	19/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	0.247	1.236	1.648
		1:00 a. m. a 2:00 a. m.	0.247	1.237	1.650
		2:00 a. m. a 3:00 a. m.	0.248	1.238	1.650
		3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.248	1.239	1.651
D.5	26/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	0.247	1.236	1.648
		5:00 a. m. a 6:00 a. m.	0.248	1.238	1.651
		6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.248	1.238	1.651
		7:00 a. m. a 8:00 a. m.	0.248	1.240	1.653
D.6	3/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	0.254	1.269	1.692
		9:00 a. m. a 10:00 a. m.	0.255	1.274	1.699
		10:00 a. m. a 11:00 a. m.	0.256	1.278	1.704
		11:00 a. m. a 12:00 p. m.	0.256	1.278	1.705
D.7	10/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	0.256	1.282	1.709
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	0.256	1.282	1.709
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	0.256	1.282	1.710
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.256	1.279	1.705
D.8	17/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	0.255	1.273	1.697
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	0.254	1.269	1.693
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	0.253	1.264	1.686
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	0.252	1.260	1.679
D.9	24/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	0.251	1.254	1.672
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	0.251	1.253	1.671
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.250	1.252	1.670
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.251	1.254	1.671

ANEXO 11: Datos de Velocidad y Dirección de Viento de la I. E Mercedes Cabello de Carbonera

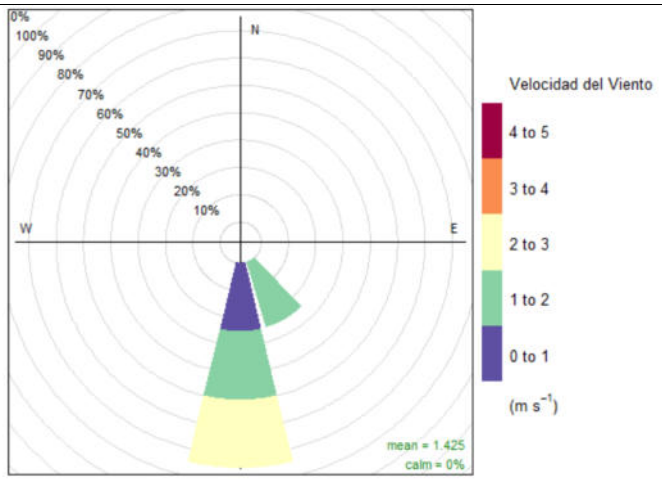
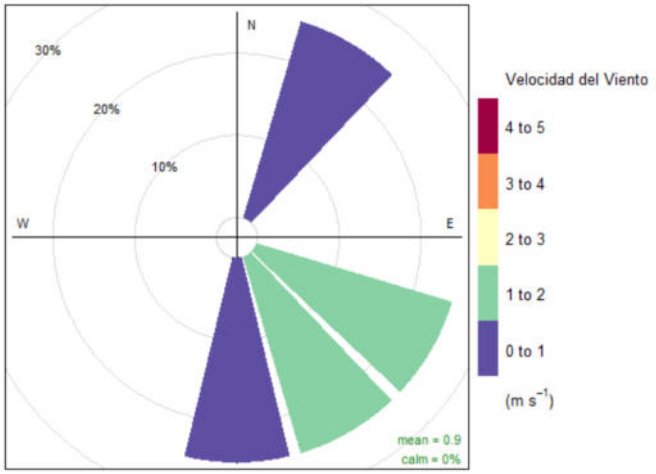
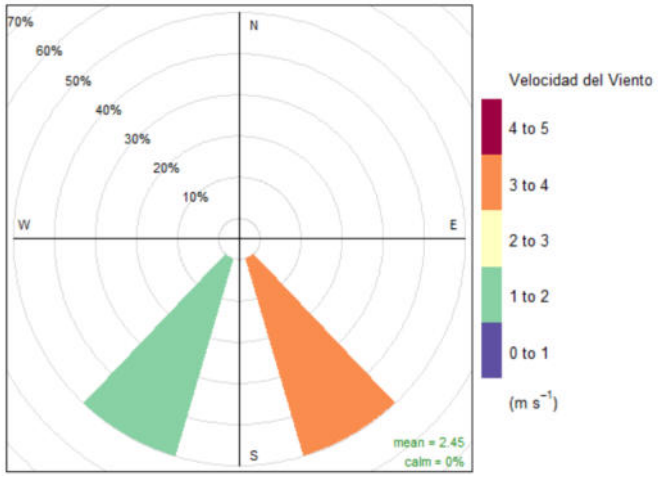
Denominación	Fecha	Horario	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento (°)
A.1	27/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	2.7	135
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	3.1	157.5
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	2.5	180
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.9	202.5
A.2	2/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	2.3	180
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	2.1	180
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.9	157.5
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	3.6	157.5
A.3	9/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	2.3	180
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	3.4	180
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	2.1	157.5
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	1.2	180
A.4	16/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	1.1	180
		1:00 a. m. a 2:00 a. m.	2.1	180
		2:00 a. m. a 3:00 a. m.	1.6	157.5
		3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.9	180
A.5	23/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	0.4	180
		5:00 a. m. a 6:00 a. m.	1.3	135
		6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.6	45
		7:00 a. m. a 8:00 a. m.	1.3	157.5
A.6	30/11/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	3.6	157.5
		9:00 a. m. a 10:00 a. m.	3.6	157.5
		10:00 a. m. a 11:00 a. m.	1.3	225
		11:00 a. m. a 12:00 p. m.	1.3	202.5
A.7	7/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	2.6	135
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	3.2	157.5
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	2.4	180
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	0.7	202.5
A.8	14/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	2.2	157.5
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	1.8	202.5
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.8	202.5
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	1.8	202.5
A.9	21/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	4.9	135
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	4.5	135
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	4	135
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	4	135

Fuente: Elaborado por el autor

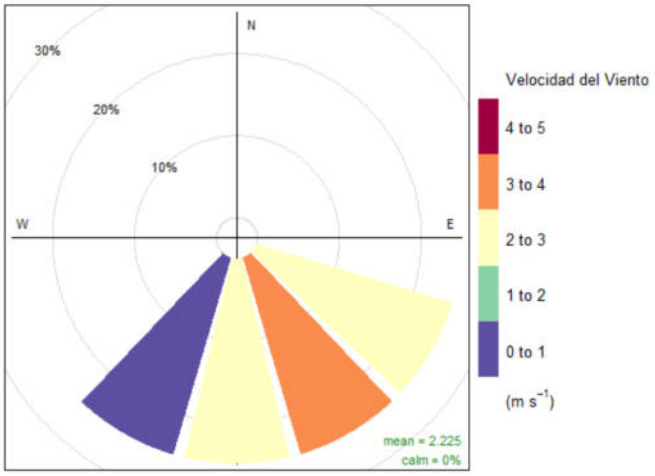
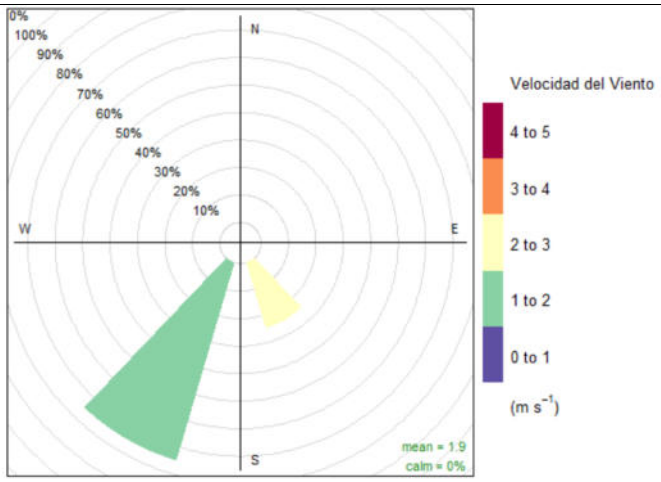
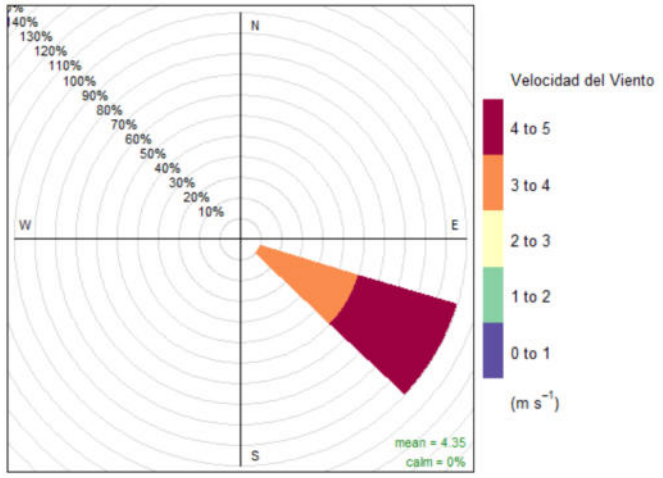
ANEXO 12: Rosa de Vientos de la I.E. Mercedes Cabello de Carbonera por horario

Rosa de Vientos A.1	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.1, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur, sur-sudeste, este-sudeste y sur-sudoeste en el 25% del tiempo, alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos A.2	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.2, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur y sur-sudeste en el 50% del tiempo, alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos A.3	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.3, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur (75%) y sur-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

Rosa de Vientos A.4	Interpretación
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.4, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur (75%) y sur-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos A.5	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.5, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur, sur-sudeste, este-sudeste y nordeste en el 25% del tiempo alcanzando velocidades de 1 a 2 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos A.6	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.6, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudeste y sur-sudoeste en el 50% del tiempo alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

Rosa de Vientos A.7	Interpretación
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.7, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur, sur-sudeste, este-sudeste y sur-sudoeste en el 25% del tiempo alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos A.8	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.8, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudoeste (75%) y sur-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos A.9	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento A.9, hay una predominancia de los vientos con dirección al este-sudeste (100%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s con frecuencias de calma del 0%.

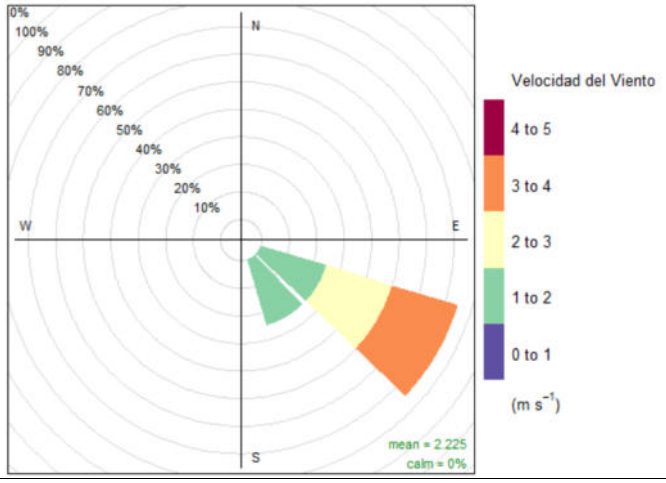
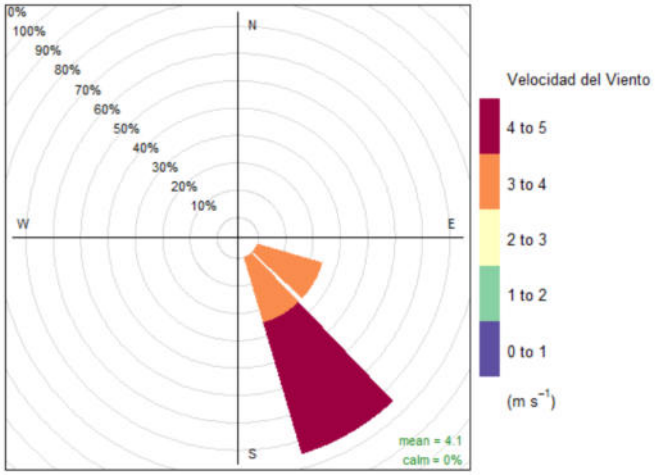
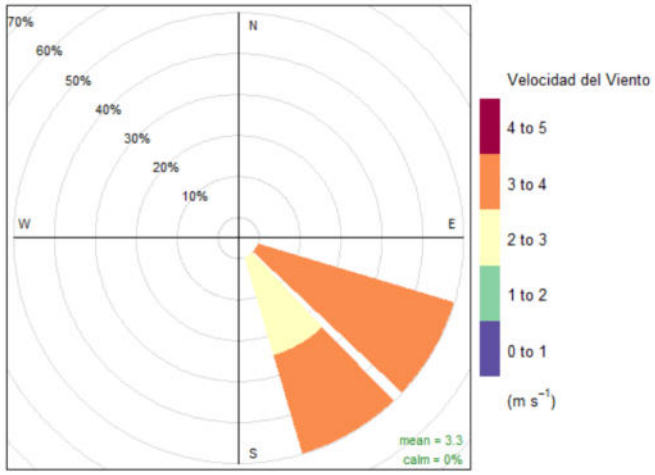
Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 13: Datos de Velocidad y Dirección de Viento de la I. E San Luis

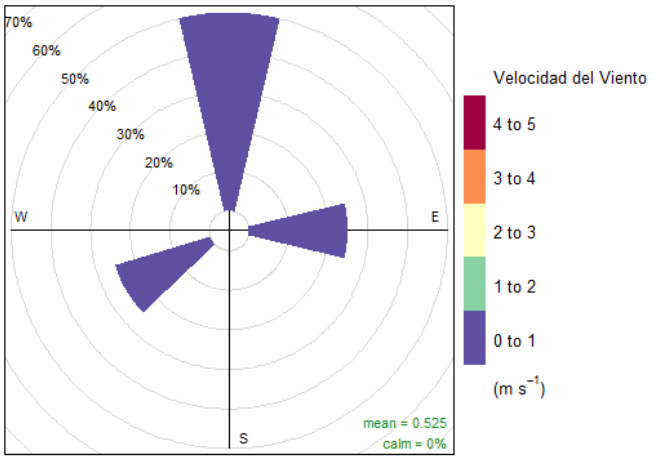
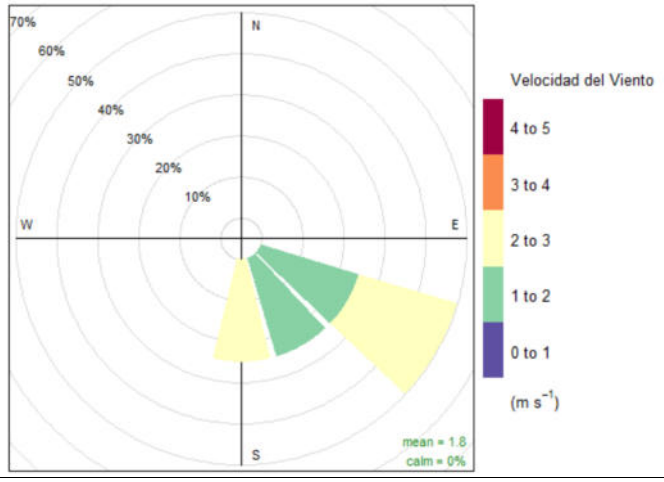
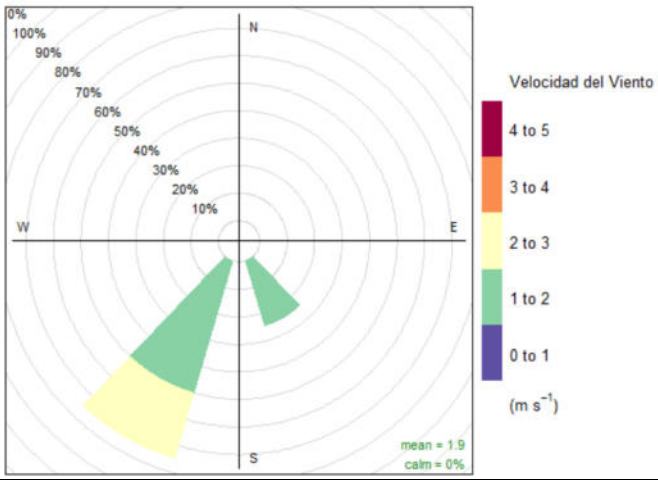
Denominación	Fecha	Horario	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento (°)
B.1	28/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.3	157.5
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	1.7	135
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	2.3	135
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	3.6	135
B.2	3/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	4.7	157.5
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	4	157.5
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	3.5	135
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	4.2	157.5
B.3	10/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	3.3	135
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	3.8	135
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	3.4	157.5
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	2.7	157.5
B.4	17/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	0.9	0
		1:00 a. m. a 2:00 a. m.	0.4	247.5
		2:00 a. m. a 3:00 a. m.	0.4	90
		3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.4	0
B.5	24/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	2.1	180
		5:00 a. m. a 6:00 a. m.	1.6	157.5
		6:00 a. m. a 7:00 a. m.	1.3	135
		7:00 a. m. a 8:00 a. m.	2.2	135
B.6	1/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	2.4	202.5
		9:00 a. m. a 10:00 a. m.	1.9	157.5
		10:00 a. m. a 11:00 a. m.	1.9	225
		11:00 a. m. a 12:00 p. m.	1.4	202.5
B.7	8/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.2	157.5
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	1.6	135
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	2.5	135
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	3.3	135
B.8	15/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	3.6	202.5
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	1.3	202.5
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.3	202.5
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	1.3	202.5
B.9	22/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	1.8	157.5
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	1.3	157.5
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	1.3	157.5
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	1.3	157.5

Fuente: Elaborado por el autor

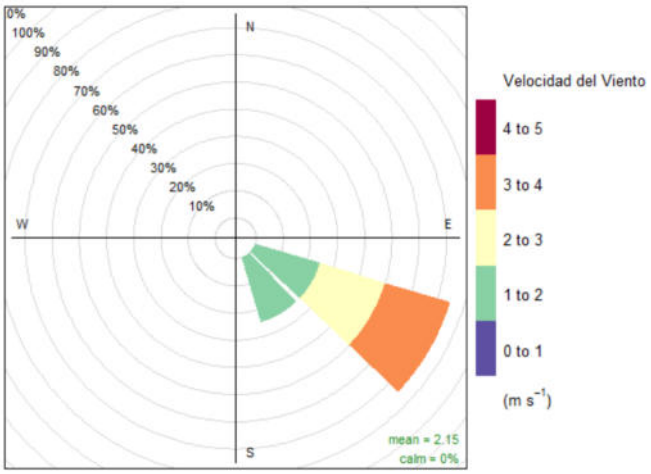
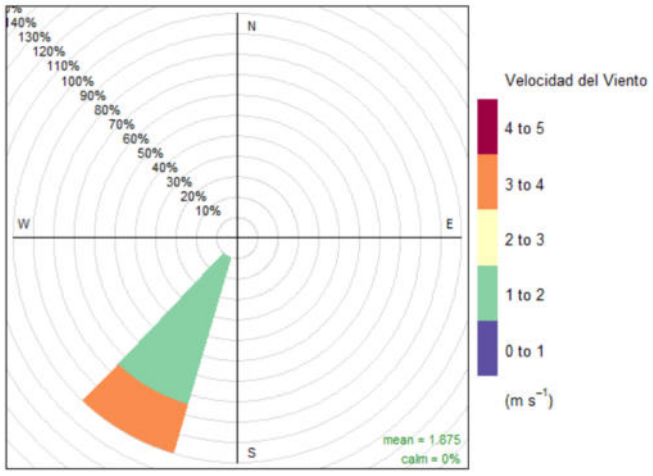
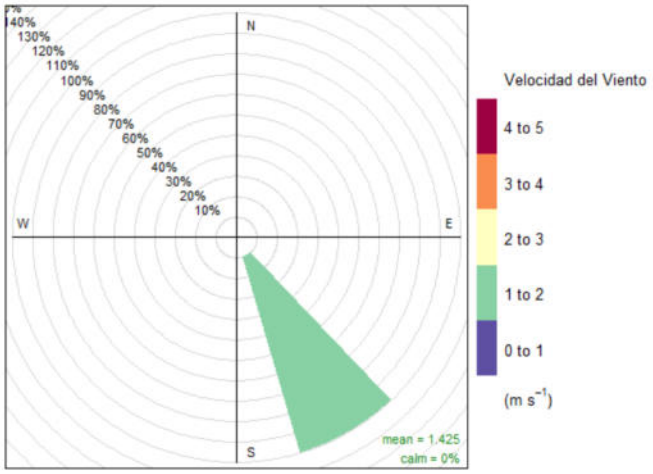
ANEXO 14: Rosa de Vientos de la I.E. San Luis por horario

Rosa de Vientos B.1	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.1, hay una predominancia de los vientos con dirección al este-sudeste (75%) y sur-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos B.2	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.2, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudeste (75%) y este-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos B.3	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.3, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudeste (50%) y este-sudeste (50%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

Rosa de Vientos B.4	Interpretación
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.4, hay una predominancia de los vientos con dirección al norte (50%), este (25%) y oeste-sudoeste (25%) alcanzando velocidades de 0 a 1 m/s con frecuencias de calma del 25%.
Rosa de Vientos B.5	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.5, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur (25%), sur-sudeste (25%) y este-sudeste (50%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos B.6	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.6, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudoeste (75%) y sur-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

Rosa de Vientos B.4	Interpretación
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.7, hay una predominancia de los vientos con dirección al este-sudeste (75%) y sur-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos B.5	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.8, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudoeste (100%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos B.6	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento B.9, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudeste (100%) alcanzando velocidades de 1 a 2 m/s con frecuencias de calma del 0%.

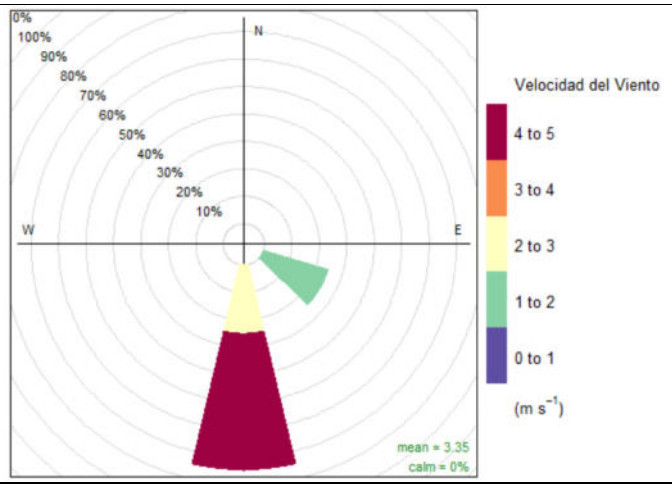
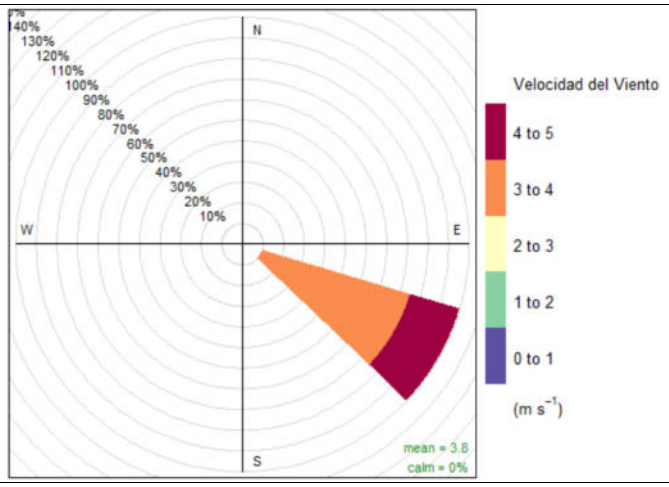
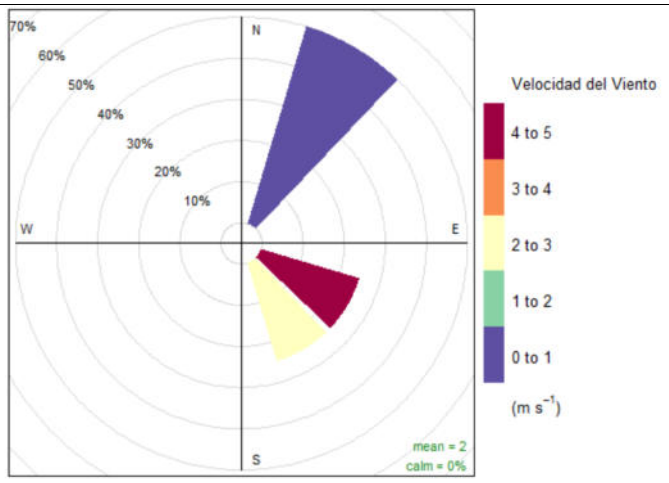
Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 15: Datos de Velocidad y Dirección de Viento de la I. E Daniel Becerra Ocampo

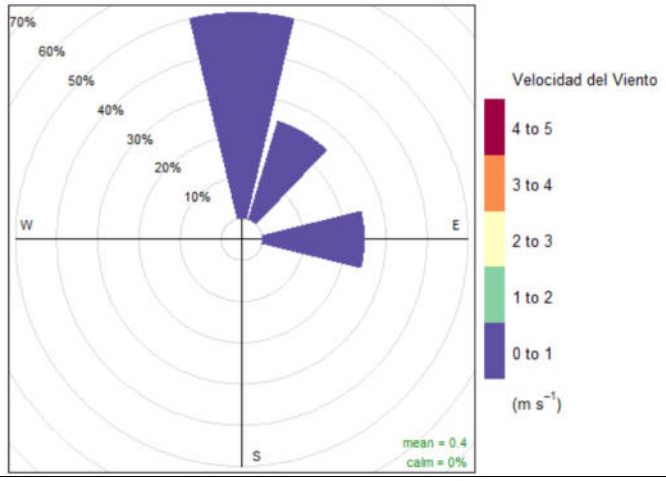
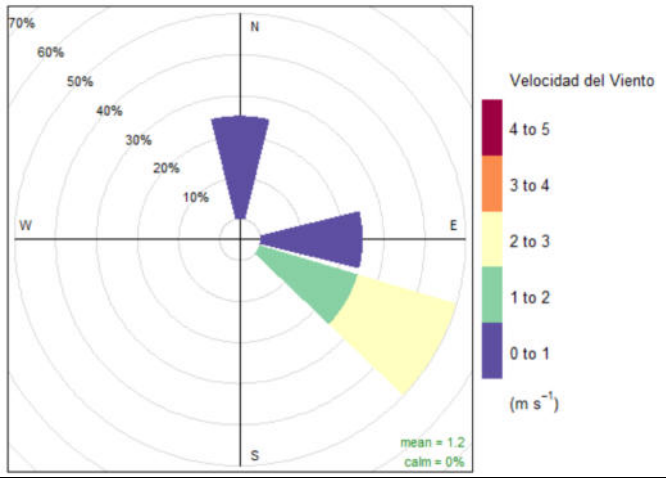
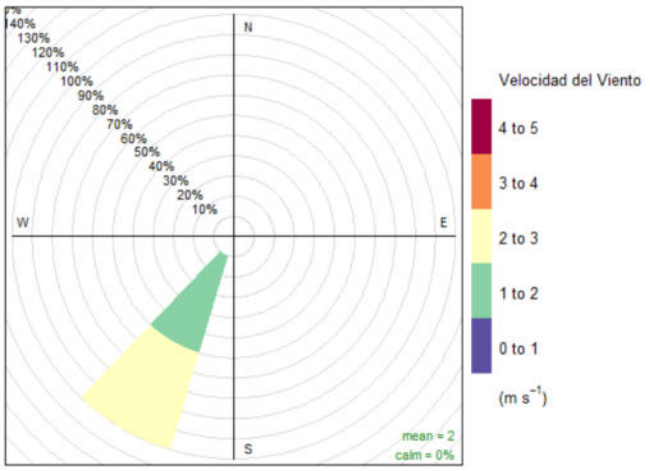
Denominación	Fecha	Horario	Velocidad de Viento	Dirección de Viento
C.1	29/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.3	135
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	2.7	180
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	4.9	180
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	4.5	180
C.2	4/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	3.1	135
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	4	135
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	3.6	135
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	4.5	135
C.3	11/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	4.5	135
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	2.2	157.5
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	0.9	22.5
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	0.4	22.5
C.4	18/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	0.4	90
		1:00 a. m. a 2:00 a. m.	0.4	0
		2:00 a. m. a 3:00 a. m.	0.4	0
		3:00 a. m. a 4:00 a. m.	0.4	22.5
C.5	25/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	1.3	135
		5:00 a. m. a 6:00 a. m.	2.2	135
		6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.4	90
		7:00 a. m. a 8:00 a. m.	0.9	0
C.6	2/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	2.3	202.5
		9:00 a. m. a 10:00 a. m.	2.1	202.5
		10:00 a. m. a 11:00 a. m.	2	202.5
		11:00 a. m. a 12:00 p. m.	1.6	202.5
C.7	9/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.5	180
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	1.4	180
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	1.4	180
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	1.4	180
C.8	16/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	1.3	202.5
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	1.3	202.5
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.3	157.5
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	1.3	202.5
C.9	23/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	2.2	135
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	1.8	135
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	1.8	135
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	1.8	135

Fuente: Elaborado por el autor

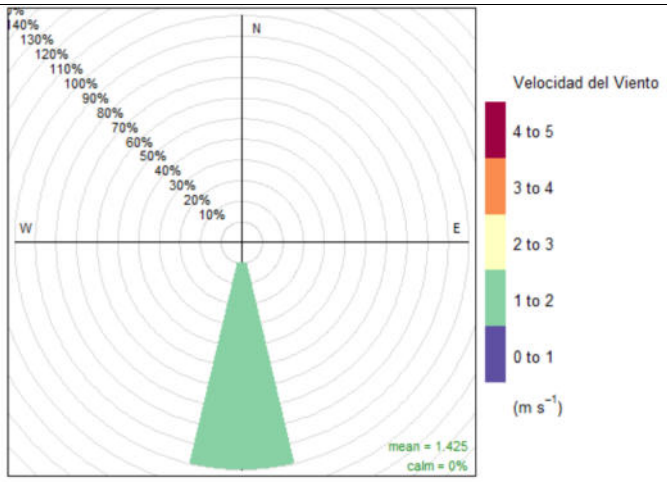
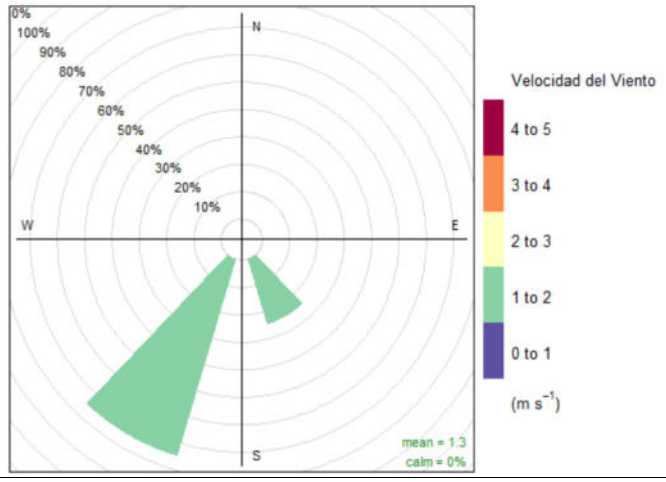
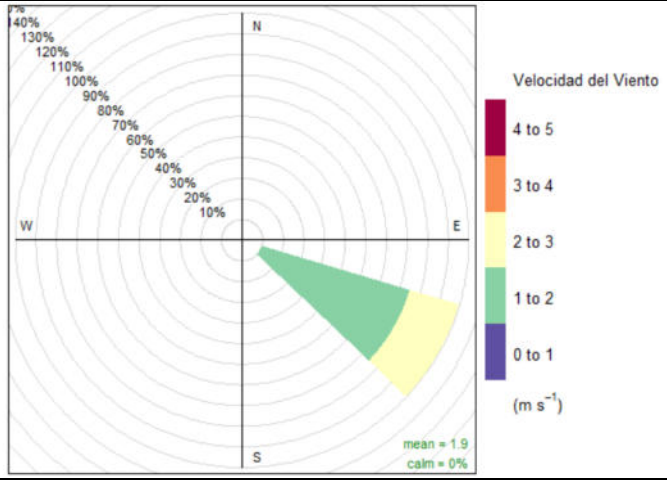
ANEXO 16: Rosa de Vientos de la I.E. Daniel Becerra Ocampo.

Rosa de Vientos C.1	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.1, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur (75%) y este-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos C.2	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.2, hay una predominancia de los vientos con dirección al este-sudeste (100%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos C.3	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.3, hay una predominancia de los vientos con dirección al norte-nordeste (50%), sur-sudeste (25%) y este-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

Rosa de Vientos C.4	Interpretación
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.4, hay una predominancia de los vientos con dirección al norte (50%), norte-nordeste (25%) y este (25%) alcanzando velocidades de 0 a 1 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos C.5	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.5, hay una predominancia de los vientos con dirección al este-sudeste (50%), este (25%) y norte (25%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos C.6	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.6, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudoeste (100%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

Rosa de Vientos C.7	Interpretación
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.7, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur (100%) alcanzando velocidades de 1 a 2 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos C.8	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.8, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudoeste (75%) y sur-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 1 a 2 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos C.9	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento C.9, hay una predominancia de los vientos con dirección al este-sudeste (100%) alcanzando velocidades de 1 a 2 m/s con frecuencias de calma del 0%.

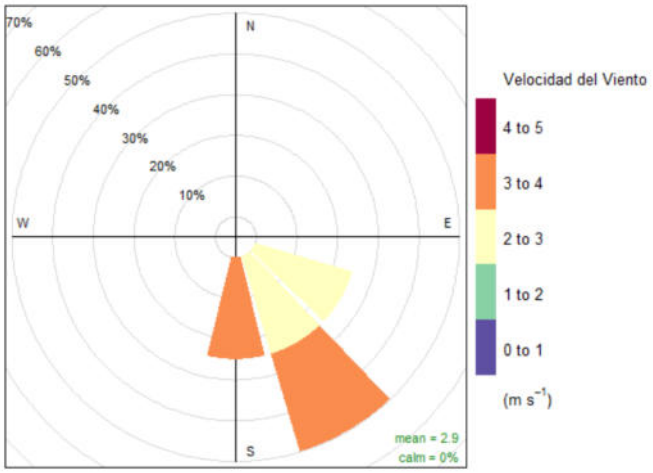
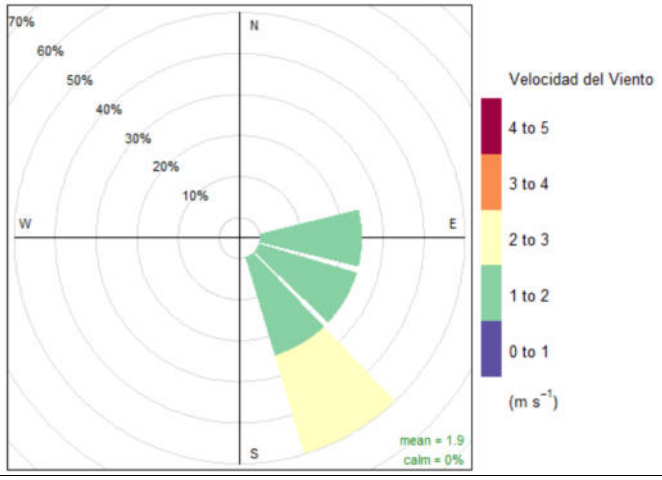
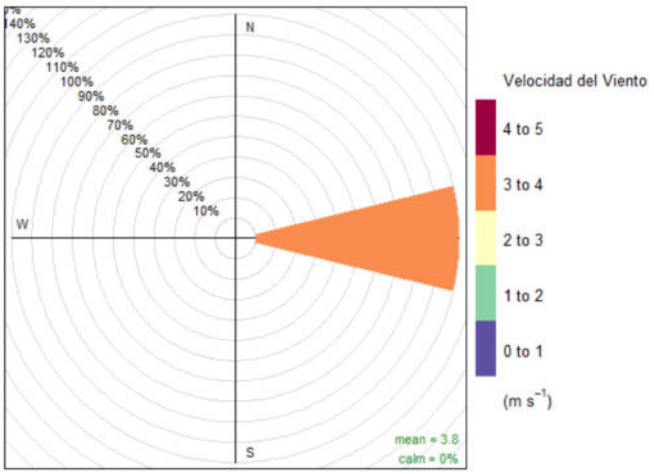
Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 17: Datos de Velocidad y Dirección de Viento de la I. E Fe y Alegría

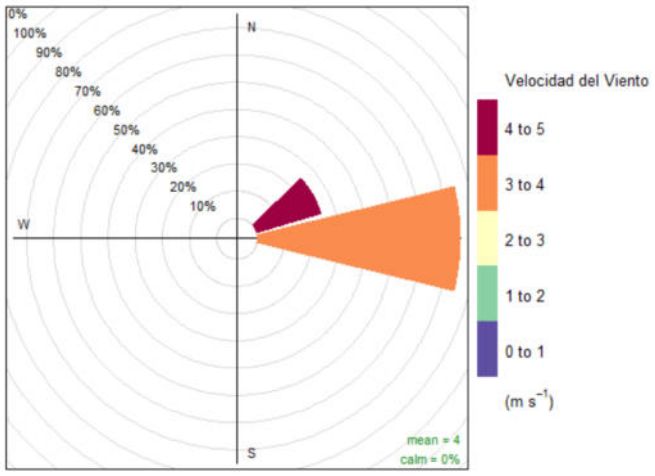
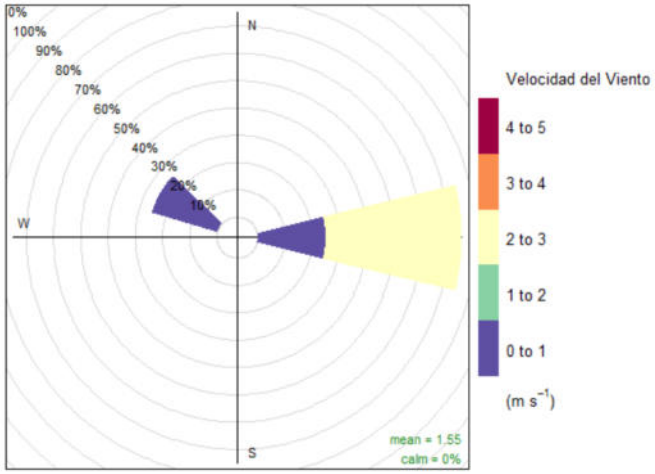
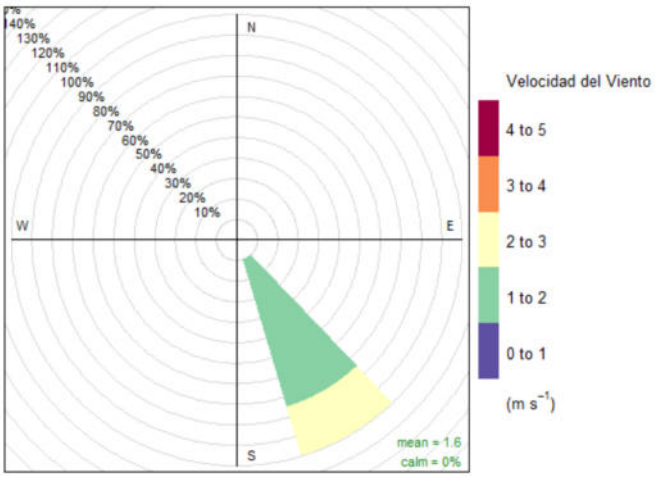
Denominación	Fecha	Horario	Velocidad de Viento	Dirección de Viento
D.1	30/10/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	3.6	157.5
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	2.7	135
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	3.1	180
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	2.2	157.5
D.2	5/11/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	2.2	157.5
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	1.8	135
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	1.8	157.5
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	1.8	90
D.3	12/11/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	4	90
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	3.6	90
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	4	90
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	3.6	90
D.4	19/11/2020	12:00 a. m. a 1:00 a. m.	3.1	90
		1:00 a. m. a 2:00 a. m.	4.9	67.5
		2:00 a. m. a 3:00 a. m.	4	90
		3:00 a. m. a 4:00 a. m.	4	90
D.5	26/11/2020	4:00 a. m. a 5:00 a. m.	2.7	90
		5:00 a. m. a 6:00 a. m.	2.2	90
		6:00 a. m. a 7:00 a. m.	0.9	90
		7:00 a. m. a 8:00 a. m.	0.4	292.5
D.6	3/12/2020	8:00 a. m. a 9:00 a. m.	2.1	157.5
		9:00 a. m. a 10:00 a. m.	1.5	157.5
		10:00 a. m. a 11:00 a. m.	1.5	157.5
		11:00 a. m. a 12:00 p. m.	1.3	157.5
D.7	10/12/2020	12:00 p. m. a 1:00 p. m.	1.4	135
		1:00 p. m. a 2:00 p. m.	1.4	135
		2:00 p. m. a 3:00 p. m.	1.6	135
		3:00 p. m. a 4:00 p. m.	2.8	202.5
D.8	17/12/2020	4:00 p. m. a 5:00 p. m.	2.7	202.5
		5:00 p. m. a 6:00 p. m.	2.7	202.5
		6:00 p. m. a 7:00 p. m.	2.7	180
		7:00 p. m. a 8:00 p. m.	3.1	180
D.9	24/12/2020	8:00 p. m. a 9:00 p. m.	2.7	180
		9:00 p. m. a 10:00 p. m.	2.2	180
		10:00 p. m. a 11:00 p. m.	1.8	180
		11:00 p. m. a 12:00 a. m.	1.3	157.5

Fuente: Elaborado por el autor

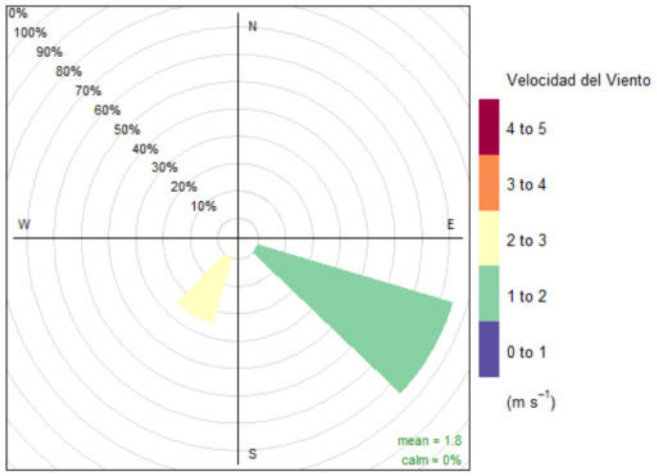
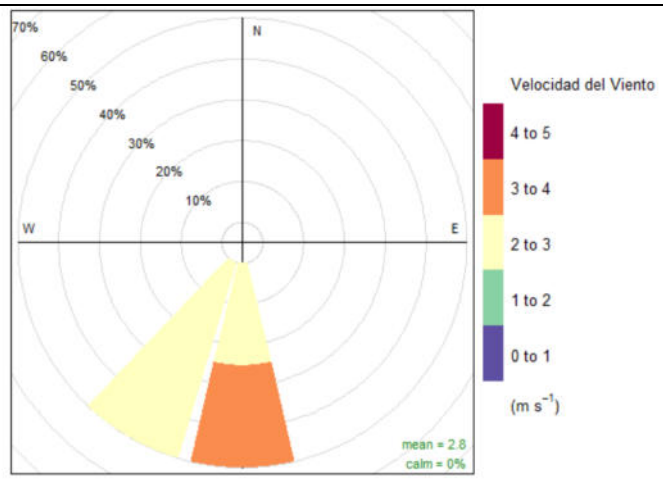
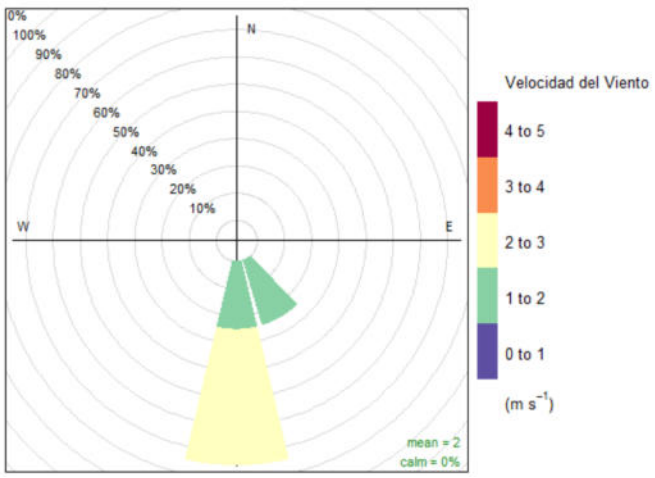
ANEXO 18: Rosa de Vientos de la I.E. Fe y Alegría.

Rosa de Vientos D.1	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.1, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudeste (50%), este (25%) y este-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos D.2	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.2, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudeste (50%), este-sudeste (25%) y este (25%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos D.3	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.3, hay una predominancia de los vientos con dirección al este (100%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

Rosa de Vientos D.4	Interpretación
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.4, hay una predominancia de los vientos con dirección al este (75%) y este-nordeste (25%) alcanzando velocidades de 4 a 5 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos D.5	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.5, hay una predominancia de los vientos con dirección al este (75%) y oeste-noroeste (25%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos D.6	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.6, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur-sudeste (100%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

Rosa de Vientos D.4	Interpretación
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.7, hay una predominancia de los vientos con dirección al este-sudeste (75%) y sur-sudoeste (25%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos D.5	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.8, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur (50%) y sur-sudoeste (50%) alcanzando velocidades de 3 a 4 m/s con frecuencias de calma del 0%.
Rosa de Vientos D.6	**Interpretación**
	Como se puede observar en la gráfica de Rosa de Viento D.9, hay una predominancia de los vientos con dirección al sur (75%) y sur-sudeste (25%) alcanzando velocidades de 2 a 3 m/s con frecuencias de calma del 0%.

Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 19: Fotografías del monitoreo de Benceno, Tolueno y Xileno

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>I. E Mercedes (Día 30/11/2020)</td><td>I.E San Luis (Día 01/12/2020)</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
</table>

I.E Daniel Becerra Ocampo (Día 02/12/2020)

Fuente: Elaborado por el autor

	
I.E Mercedes (Día 07/12/2020)	**I.E San Luis (Día 08/12/2020)**
	

I.E Mercedes (Día 14/12/2020)	**I.E San Luis (Día 15/12/2020)**

Fuente: Elaborado por el autor



I.E Daniel Becerra Ocampo (Día 16/12/2020)

	
I.E Fe y Alegría (Día 17/12/2020)	**Instalación de la Estación de Monitoreo**

Fuente: Elaborado por el autor

ANEXO 20: Resultados de Laboratorio

FDT 002 - 01

INFORME DE ENSAYO: 63040/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 30/11/2020

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 63040/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						540763/2020-1.0
Fecha de Muestreo						27/10/2020
Hora de Muestreo						12:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-1
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						540764/2020-1.0
Fecha de Muestreo						28/10/2020
Hora de Muestreo						12:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-1
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						540765/2020-1.0
Fecha de Muestreo						29/10/2020
Hora de Muestreo						12:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-1
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						540766/2020-1.0
Fecha de Muestreo						30/10/2020
Hora de Muestreo						12:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-1
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 63040/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-1	Cliente	Calidad de Aire	19/11/2020	27/10/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-1	Cliente	Calidad de Aire	19/11/2020	28/10/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-1	Cliente	Calidad de Aire	19/11/2020	29/10/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-1	Cliente	Calidad de Aire	19/11/2020	30/10/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 63040/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-1	540763/2020-1.0	mrsqtos&5367045
CA-02-1	540764/2020-1.0	nrsqtos&5367045
CA-03-1	540765/2020-1.0	rrsqtos&5367045
CA-04-1	540766/2020-1.0	ursqtos&5367045

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 63040/2020

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"**EPA**": U.S. Environmental Protection Agency.
"**SM**": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"**ASTM**": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 63041/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 30/11/2020

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 63041/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						540767/2020-1.0
Fecha de Muestreo						02/11/2020
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-2
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						540768/2020-1.0
Fecha de Muestreo						03/11/2020
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-2
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						540769/2020-1.0
Fecha de Muestreo						04/11/2020
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-2
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						540770/2020-1.0
Fecha de Muestreo						05/11/2020
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-2
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/11/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 63041/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-2	Cliente	Calidad de Aire	19/11/2020	02/11/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-2	Cliente	Calidad de Aire	19/11/2020	03/11/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-2	Cliente	Calidad de Aire	19/11/2020	04/11/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-2	Cliente	Calidad de Aire	19/11/2020	05/11/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 63041/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-2	540767/2020-1.0	rsnrtps&5439565
CA-02-2	540768/2020-1.0	tsnrtps&5539565
CA-03-2	540769/2020-1.0	usnrtps&5639565
CA-04-2	540770/2020-1.0	mtnrtps&5739565

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 63041/2020

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima **"EPA"**: U.S. Environmental Protection Agency. **"SM"**: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **"ASTM"**: American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65653/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 11/12/2020

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65653/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						565938/2020-1.0
Fecha de Muestreo						09/11/2020
Hora de Muestreo						20:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-3
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565939/2020-1.0
Fecha de Muestreo						10/11/2020
Hora de Muestreo						20:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-3
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565940/2020-1.0
Fecha de Muestreo						11/11/2020
Hora de Muestreo						20:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-3
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565941/2020-1.0
Fecha de Muestreo						12/11/2020
Hora de Muestreo						20:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-3
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65653/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-3	Cliente	Calidad de Aire	24/11/2020	09/11/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-3	Cliente	Calidad de Aire	24/11/2020	10/11/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-3	Cliente	Calidad de Aire	24/11/2020	11/11/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-3	Cliente	Calidad de Aire	24/11/2020	12/11/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 65653/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-3	565938/2020-1.0	rsnrtps&5839565
CA-02-3	565939/2020-1.0	tsnrtps&5939565
CA-03-3	565940/2020-1.0	usnrtps&6039565
CA-04-3	565941/2020-1.0	mtnrtps&6039565

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65653/2020

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima "**EPA**": U.S. Environmental Protection Agency.
"**SM**": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. "**ASTM**": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65654/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 11/12/2020

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65654/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						565942/2020-1.0
Fecha de Muestreo						16/11/2020
Hora de Muestreo						00:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-4
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565939/2020-1.0
Fecha de Muestreo						17/11/2020
Hora de Muestreo						00:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-4
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565940/2020-1.0
Fecha de Muestreo						18/11/2020
Hora de Muestreo						00:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-3
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565941/2020-1.0
Fecha de Muestreo						19/11/2020
Hora de Muestreo						00:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-4
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	09/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65654/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-4	Cliente	Calidad de Aire	24/11/2020	16/11/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-4	Cliente	Calidad de Aire	24/11/2020	17/11/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-4	Cliente	Calidad de Aire	24/11/2020	18/11/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-4	Cliente	Calidad de Aire	24/11/2020	19/11/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 65654/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-4	565942/2020-1.0	msrqtos&583948
CA-02-4	565943/2020-1.0	qunrtps&583948
CA-03-4	565944/2020-1.0	usnrtps&583948
CA-04-4	565945/2020-1.0	nmrtps&583948

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65654/2020

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima **"EPA"**: U.S. Environmental Protection Agency. **"SM"**: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **"ASTM"**: American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65912/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 22/12/2021

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65912/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item:

Nº ALS LS						565938/2020-1.0
Fecha de Muestreo						23/11/2020
Hora de Muestreo						04:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-5
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565939/2020-1.0
Fecha de Muestreo						24/11/2020
Hora de Muestreo						04:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-5
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565940/2020-1.0
Fecha de Muestreo						25/11/2020
Hora de Muestreo						04:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-5
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565941/2020-1.0
Fecha de Muestreo						26/11/2020
Hora de Muestreo						04:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-5
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65912/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-5	Cliente	Calidad de Aire	07/12/2020	23/11/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-5	Cliente	Calidad de Aire	07/12/2020	24/11/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-5	Cliente	Calidad de Aire	07/12/2020	25/11/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-5	Cliente	Calidad de Aire	07/12/2020	26/11/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 65912/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-5	565938/2020-1.0	rsnrtps&5839565
CA-02-5	565939/2020-1.0	tsnrtps&5939565
CA-03-5	565940/2020-1.0	usnrtps&6039565
CA-04-5	565941/2020-1.0	mtnrtps&6139565

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Ç

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65912/2020
COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima **"EPA"**: U.S. Environmental Protection Agency. **"SM"**: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **"ASTM"**: American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65913/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 22/12/2021

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65913/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 9

Nº ALS LS						565942/2020-1.0
Fecha de Muestreo						30/11/2020
Hora de Muestreo						08:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-6
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565943/2020-1.0
Fecha de Muestreo						01/12/2020
Hora de Muestreo						08:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-6
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565944/2020-1.0
Fecha de Muestreo						02/12/2020
Hora de Muestreo						08:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-6
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565945/2020-1.0
Fecha de Muestreo						03/12/2020
Hora de Muestreo						08:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-6
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	19/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65913/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-6	Cliente	Calidad de Aire	07/12/2020	30/11/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-6	Cliente	Calidad de Aire	07/12/2020	01/12/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-6	Cliente	Calidad de Aire	07/12/2020	02/12/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-6	Cliente	Calidad de Aire	07/12/2020	03/12/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 65913/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-6	565942/2020-1.0	uqnrtps&6239565
CA-02-6	565943/2020-1.0	mrnrtps&6339565
CA-03-6	565944/2020-1.0	tsnrtps&6439565
CA-04-6	565945/2020-1.0	mtnrtps&6539565

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65913/2020

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"**EPA**": U.S. Environmental Protection Agency.
"**SM**": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"**ASTM**": American Society for Testing and Materials.
El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 66136/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 11/01/2021

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 66136/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						566131/2020-1.0
Fecha de Muestreo						07/12/2020
Hora de Muestreo						12:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-7
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						566132/2020-1.0
Fecha de Muestreo						08/12/2020
Hora de Muestreo						12:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-7
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						566133/2020-1.0
Fecha de Muestreo						09/12/2020
Hora de Muestreo						12:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-7
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						566134/2020-1.0
Fecha de Muestreo						10/12/2020
Hora de Muestreo						12:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-7
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 66136/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-7	Cliente	Calidad de Aire	19/12/2020	07/12/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-7	Cliente	Calidad de Aire	19/12/2020	08/12/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-7	Cliente	Calidad de Aire	19/12/2020	09/12/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-7	Cliente	Calidad de Aire	19/12/2020	10/12/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 66136/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-7	566131/2020-1.0	otnrtps&6839565
CA-02-7	566132/2020-1.0	nrqytps&6939565
CA-03-7	566133/2020-1.0	otsrtps&7039565
CA-04-7	566134/2020-1.0	lunrtps&7139565

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 66136/2020

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"**EPA**": U.S. Environmental Protection Agency.
"**SM**": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"**ASTM**": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.
Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 66137/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 11/01/2021

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 66137/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 9

Nº ALS LS						566135/2020-1.0
Fecha de Muestreo						14/12/2020
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-8
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						566136/2020-1.0
Fecha de Muestreo						15/12/2020
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-8
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						566137/2020-1.0
Fecha de Muestreo						16/12/2020
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-8
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						566138/2020-1.0
Fecha de Muestreo						17/12/2020
Hora de Muestreo						16:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-8
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Benceno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	28/12/2020	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 66137/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-8	Cliente	Calidad de Aire	19/12/2020	14/12/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-8	Cliente	Calidad de Aire	19/12/2020	15/12/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-8	Cliente	Calidad de Aire	19/12/2020	16/12/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-8	Cliente	Calidad de Aire	19/12/2020	17/12/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 66137/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-8	566135/2020-1.0	rsnrtps&7239565
CA-02-8	566136/2020-1.0	tsnrtps&7339565
CA-03-8	566137/2020-1.0	usnrtps&7439565
CA-04-8	566138/2020-1.0	mtnrtps&7539565

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 66137/2020
COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima **"EPA"**: U.S. Environmental Protection Agency. **"SM"**: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **"ASTM"**: American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65654/2020

CONSULTBEL E.I.R.L.

MZA. Nro. 83 LOTE. 1 A.H. LOS ANGELES (P. INALAMBRICA) Ilo Ilo Moquegua

MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE TESIS

Emitido por: Karin Zelada Trigoso

Fecha de Emisión: 11/01/2021

Quím. Karin Zelada Trigoso
CQP: 830
Sup. Emisión Informes – Lima

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65654/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Nº ALS LS						565938/2020-1.0
Fecha de Muestreo						21/12/2020
Hora de Muestreo						20:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-01-9
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565939/2020-1.0
Fecha de Muestreo						22/12/2020
Hora de Muestreo						20:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-02-9
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565940/2020-1.0
Fecha de Muestreo						23/12/2020
Hora de Muestreo						20:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-03-9
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Nº ALS LS						565941/2020-1.0
Fecha de Muestreo						24/12/2020
Hora de Muestreo						20:00:00
Tipo de Muestra						Calidad de Aire
Identificación						CA-04-9
Parámetro	**Ref. Mét.**	**Fecha de Ensayo**	**Unidad**	**LD**	**LQ**	**Resultado**
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA						
Benceno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,006	0,048	<0,006
Tolueno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,03	0,1	<0,03
m-Xileno	20245	04/01/2021	ug/mtra	0,04	0,1	<0,04

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65654/2020

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
CA-01-9	Cliente	Calidad de Aire	28/12/2020	21/12/2020	8048905N 251791E	19K	Proporcionado por el cliente	IE MERCEDES CABELLO DE CARBONERA
CA-02-9	Cliente	Calidad de Aire	28/12/2020	22/12/2020	8048826N 251635E	19K	Proporcionado por el cliente	I.E.P. SAN LUIS
CA-03-9	Cliente	Calidad de Aire	28/12/2020	23/12/2020	8048128N 251780E	19K	Proporcionado por el cliente	IE DANIEL BECERRA OCAMPO
CA-04-9	Cliente	Calidad de Aire	28/12/2020	24/12/2020	8047734N 254358E	19K	Proporcionado por el cliente	IE FE Y ALEGRIA

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20245	LME	BTX	ASTM D3687-07 (Reapproved 2012). (Validado). 2018.No incluye muestreo	Standard Practice for Analysis of Organics Compound Vapors Collected by the Activated Charcoal Tube Adsorption Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 65654/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
CA-01-9	565938/2020-1.0	rsnrtps&5839565
CA-02-9	565939/2020-1.0	tsnrtps&5939565
CA-03-9	565940/2020-1.0	usnrtps&6039565
CA-04-9	565941/2020-1.0	mtnrtps&6039565

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

INFORME DE ENSAYO: 65654/2020

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima
"**EPA**": U.S. Environmental Protection Agency.
"**SM**": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
"**ASTM**": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal cómo se recibió.

Revisión: 02
Fecha de Revisión: 23/07/2020

Av. República de Argentina Nº 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570
www.alsglobal.com

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	: Ludwin Antonio Callo Sánchez
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 47038725
Correo electrónico	: ludwincalloluan@gmail.com
Teléfono/Celular	: 944175468

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 (x)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
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 **(x)**
b) Trabajo de Investigación **( )**
c) Trabajo de suficiencia profesional **( )**
d) Trabajo académico **( )**

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : "Relación de la concentración de los BTX (Benceno, Tolueno y Xileno) con las variables meteorológicas en las instituciones educativas aledaños al consorcio terminal del distrito de Ilo 2020"
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 -- Ingeniería Ambiental .
c) Fecha de publicación: Año 2022

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Milko Raul Rivera Camparo
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 29414070
c) ORCID : N° 0000-0002-4313-037X

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 47038725
NOMBRES Y APELLIDOS : Ludwin Antonio Callo Sánchez

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 da 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 : 47038725

NOMBRES Y APELLIDOS : Ludwin Antonio Callo Sánchez

FECHA : 16 de marzo del 2022

