

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA
E.I.R.L., HUALGAYOC-CAJAMARCA-PERÚ 2023

Para obtener el Título Profesional de:
INGENIERO DE MINAS

Autor:

Bach. GONZALEZ RUBIO KRISTHIAN YURY

Asesor:

Dr. Ing. LAGOS MANRIQUE CLAUDIO ALEJANDRO

CAJAMARCA-PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: KRISTHIAN YURY GONZALEZ RUBIO
DNI: 72669637
Escuela Profesional: Ingeniería de Minas
2. Asesor: Dr. ALEJANDRO CLAUDIO LAGOS MANRIQUE
Facultad: Ingeniería
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L., HUALGAYOC – CAJAMARCA - PERU 2023
6. Fecha de evaluación: 19-05-2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 15%
9. Código Documento oid:3117:460551773
10. Resultado de la Evaluación de Similitud: 15%

☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 20 de mayo del 2025



Ing. Alejandro C. Lagos Manrique



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20146258601 soft
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 20/05/2025 12:56:54-0500

FIRMA DEL ASESOR
Dr. ALEJANDRO CLAUDIO LAGOS MANRIQUE

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L., HUALGAYOC- CAJAMARCA – PERÚ 2023*

ASESOR : *Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0335-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 23 de junio de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **cuatro días del mes de julio de 2025**, siendo las once horas (11:00 a.m.) en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica (Ambiente 4J – 210), se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani.
Vocal : M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Secretario : M.Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L., HUALGAYOC- CAJAMARCA – PERÚ 2023* presentado por el Bachiller en Ingeniería de Minas *KRISTHIAN YURY GONZALEZ RUBIO*, asesorado por el Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : ⁰⁵ PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : ¹⁰ PTS.
EVALUACIÓN FINAL : ¹³ PTS ^{TRECE} (En letras)

En consecuencia, se lo declara ^{APROBADO} con el calificativo de ^{TRECE} acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ^{12:40 p.m.} horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani.
Presidente

M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Vocal

M.Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca.
Secretario

Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.
Asesor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida y permitirme lograr mis objetivos, a mi familia por ayudarme emocional y económicamente en terminar mi carrera profesional, a la Escuela de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Cajamarca por contribuir con conocimientos y habilidades esenciales en mi carrera profesional, a mi asesor el Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique por guiarme en el camino de desarrollar mi tesis.

DEDICATORIA

A mis padres por siempre alentarme en seguir adelante para cumplir mis metas, por brindarme la oportunidad de ser profesional, a mi hermana quien, aunque esté lejos siempre se preocupa por mí, a mis amigos que siempre estuvieron incentivándome para poder llegar al final de mi carrera profesional.

ÍNDICE	Pág.
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA	iii
LISTA DE ABREVIATURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE FOTOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes teóricos.....	4
2.1.1. Internacional.....	4
2.1.2. Nacionales.....	5
2.1.3. Locales.....	6
2.2. Bases Teóricas.....	6
2.2.1 Material Particulado (MP).....	6
2.2.2. Fuentes de partículas sólidas totales.....	6
2.2.3. Efectos del material particulado.....	7
2.2.4 Clasificación de las partículas de aire.....	8
2.2.5. Factores ambientales que influyen en la dispersión del MP	8
2.2.6. Contaminación del aire.....	8
2.2.7. Minería no metálica.....	9
2.2.8. Piedra caliza.....	10
2.2.9. Oxido de calcio.....	10
2.2.10. Proceso de Obtención del Oxido de calcio.....	11
2.2.11. Monitoreo de calidad del aire.....	14
2.2.12. Métodos de monitoreo de calidad de aire según su tecnología.....	15
2.2.13. Protocolo de monitoreo.....	16
2.2.14. Estándares de Calidad ambiental (ECA).....	22
2.2.15. Límites máximos Permisibles (LMP).....	24
2.3. Definición De Términos Básicos.....	25
CAPÍTULO III	27
MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. Ubicación.....	27

3.2.	Accesibilidad	28
3.7.	Tipo y diseño de investigación	33
3.8.	Población de estudio	33
3.9.	Muestra.	33
3.10.	Unidad de análisis.....	34
3.11.	Estaciones de monitoreo.	34
3.12.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.12.1.	Técnica.....	38
3.12.2.	Instrumento.....	38
3.12.3.	Procedimiento	38
a.	Identificación del área de estudio	38
b.	Frecuencia de monitoreo.....	39
c.	Instalación del equipo	39
3.13.	Equipos y materiales	40
3.13.1.	Equipos	40
3.13.2.	Materiales	40
CAPÍTULO IV		41
ANÁLISIS DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		41
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
4.2.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	52
CAPÍTULO V		53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		56
ANEXOS		60

LISTA DE ABREVIATURAS

AQ	:	Aseguramiento de Calidad
DIGESA	:	Dirección General de Salud Ambiental
ECA	:	Estándares de Calidad Ambiental
EIA	:	Estudio de Impacto Ambiental
EPP	:	Equipo de Protección Personal
E.I.R.L	:	Empresa Individual de Responsabilidad Limitada
LMP	:	Límites Máximos Permisibles
MINAM	:	Ministerio del Ambiente
MEM	:	Ministerio de Energía y Minas
NE	:	No Exceder
OMS	:	Organización Mundial de la Salud
SENAMHI	:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
UTM	:	Universal Transversal de Mercator
WGS-84	:	Sistema Geodésico Mundial 1984
PM _{2.5}	:	Material Particulado menor a 2.5 micras
PM ₁₀	:	Material Particulado menor a 10 micras
Pág.	:	Página
S.R.L	:	Sociedad de Responsabilidad Limitada
INGEMMET	:	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
m	:	Metro
kg	:	Kilogramo
lb	:	Libra
°C	:	Grados Celsius
mm	:	Milímetro
m.s.n.m	:	Metros sobre el nivel del mar
m/s	:	Metros por segundo
µg/m ³	:	Microgramos por metro cúbico
mg/cm ²	:	Miligramos por centímetro cuadrado
kg/cm ²	:	Kilogramos por centímetro cuadrado
km/h	:	Kilómetros por hora
O ₃	:	Ozono
CO	:	Monóxido de carbono
CO ₂	:	Dióxido de carbono
SO ₂	:	Dióxido de azufre
NO ₂	:	Dióxido de nitrógeno

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Niveles de exposición de material particulado	7
Tabla 2. Tipos de contaminantes	9
Tabla 3. Escalas para realización de monitoreos ambientales	17
Tabla 4. Parámetros a monitorear	18
Tabla 5. Frecuencia y periodos para el monitoreo de calidad de aire.....	19
Tabla 6. Criterios para la selección de método de monitoreo.....	21
Tabla 7. Estándares de calidad ambiental para aire	22
Tabla 8. Estándares de calidad del aire.....	23
Tabla 9. LMP para emisiones atmosféricas de plantas industriales de cemento y/o cal.	24
Tabla 10. Ubicación.....	27
Tabla 11. Coordenadas UTM WGS 84 Petitorio minero PEDREGAL.....	27
Tabla 12. Accesibilidad a la zona de estudio.....	28
Tabla 13. Datos meteorológicos del mes de octubre 2023 en los días de trabajo.	32
Tabla 14. Datos meteorológicos del mes de noviembre 2023 en los días de trabajo.	33
Tabla 15. Localización de las áreas de monitoreo.....	34
Tabla 16. Promedio de PM2.5 y PM10 en los 6 puntos de monitoreo.	42
Tabla 17. Concentraciones de PM2.5 en Extracción y Trituración - 02/10/2023.	76
Tabla 18. Concentraciones de PM10 en Extracción y Trituración - 02/10/2023.	77
Tabla 19. Concentraciones de PM2.5 en Extracción y Trituración - 10/10/2023.	78
Tabla 20. Concentraciones de PM10 en Extracción y Trituración - 10/10/2023.	79
Tabla 21. Concentraciones de PM2.5 en Extracción y Trituración - 18/10/2023.	80
Tabla 22. Concentraciones de PM10 en Extracción y Trituración - 18/10/2023.	81
Tabla 23. Concentraciones de PM2.5 en Extracción y Trituración - 25/10/2023.	82
Tabla 24. Concentraciones de PM10 en Extracción y Trituración - 25/10/2023.	83
Tabla 25. Concentraciones de PM2.5 en Extracción y Trituración - 03/11/2023.	84
Tabla 26. Concentraciones de PM10 en Extracción y Trituración - 03/11/2023.	85
Tabla 27. Concentraciones de PM2.5 en Extracción y Trituración - 08/11/2023.	86
Tabla 28. Concentraciones de PM10 en Extracción y Trituración - 08/11/2023.	87
Tabla 29. Concentraciones de PM2.5 en Extracción y Trituración - 13/11/2023.	88
Tabla 30. Concentraciones de PM10 en Extracción y Trituración - 13/11/2023.	89
Tabla 31. Concentraciones de PM2.5 en Extracción y Trituración - 20/11/2023.	90
Tabla 32. Concentraciones de PM10 en Extracción y Trituración - 20/11/2023.	91
Tabla 33. Concentraciones de PM2.5 en Calcinación - 05/10/2023.....	92
Tabla 34. Concentraciones de PM10 en Calcinación - 05/10/2023.....	93
Tabla 35. Concentraciones de PM2.5 en Calcinación - 11/10/2023.....	94
Tabla 36. Concentraciones de PM10 en Calcinación - 11/10/2023.....	95
Tabla 37. Concentraciones de PM2.5 en Calcinación - 19/10/2023.....	96
Tabla 38. Concentraciones de PM10 en Calcinación - 19/10/2023.....	97
Tabla 39. Concentraciones de PM2.5 en Calcinación - 27/10/2023.....	98
Tabla 40. Concentraciones de PM10 en Calcinación - 27/10/2023.....	99
Tabla 41. Concentraciones de PM2.5 en Calcinación - 30/10/2023.....	100
Tabla 42. Concentraciones de PM10 en Calcinación - 30/10/2023.....	101
Tabla 43. Concentraciones de PM2.5 en Calcinación - 09/11/2023.....	102
Tabla 44. Concentraciones de PM10 en Calcinación - 09/11/2023.....	103
Tabla 45. Concentraciones de PM2.5 en Calcinación - 15/11/2023.....	104
Tabla 46. Concentraciones de PM10 en Calcinación - 15/11/2023.....	105
Tabla 47. Concentraciones de PM2.5 en Calcinación - 21/11/2023.....	106

Tabla 48. Concentraciones de PM10 en Calcinación - 21/11/2023.....	107
Tabla 49. Concentraciones de PM2.5 en Chancado y Molienda - 04/10/2023.	108
Tabla 50. Concentraciones de PM10 en Chancado y Molienda - 04/10/2023.	109
Tabla 51. Concentraciones de PM2.5 en Chancado y Molienda - 12/10/2023.	110
Tabla 52. Concentraciones de PM10 en Chancado y Molienda - 12/10/2023.	111
Tabla 53. Concentraciones de PM2.5 en Chancado y Molienda - 20/10/2023.	112
Tabla 54. Concentraciones de PM10 en Chancado y Molienda - 20/10/2023.	113
Tabla 55. Concentraciones de PM2.5 en Chancado y Molienda - 23/10/2023.	114
Tabla 56. Concentraciones de PM10 en Chancado y Molienda - 23/10/2023.	115
Tabla 57. Concentraciones de PM2.5 en Chancado y Molienda - 31/10/2023.	116
Tabla 58. Concentraciones de PM10 en Chancado y Molienda - 31/10/2023.	117
Tabla 59. Concentraciones de PM2.5 en Chancado y Molienda - 10/11/2023.	118
Tabla 60. Concentraciones de PM10 en Chancado y Molienda - 10/11/2023.	119
Tabla 61. Concentraciones de PM2.5 en Chancado y Molienda - 16/11/2023.	120
Tabla 62. Concentraciones de PM10 en Chancado y Molienda - 16/11/2023.	121
Tabla 63. Concentraciones de PM2.5 en Chancado y Molienda - 22/11/2023.	122
Tabla 64. Concentraciones de PM10 en Chancado y Molienda - 22/11/2023.	123
Tabla 65. Concentraciones de PM2.5 en E-04 - 25/11/2024.....	124
Tabla 66. Concentraciones de PM10 en E-04 - 25/11/2024.....	125
Tabla 67. Concentraciones de PM2.5 en E-04 - 29/11/2024.....	126
Tabla 68. Concentraciones de PM10 en E-04 - 29/11/2024.....	127
Tabla 69. Concentraciones de PM2.5 en E-04 - 03/12/2024.....	128
Tabla 70. Concentraciones de PM10 en E-04 - 03/12/2024.....	129
Tabla 71. Concentraciones de PM2.5 en E-04 - 12/12/2024.....	130
Tabla 72. Concentraciones de PM10 en E-04 - 12/12/2024.....	131
Tabla 73. Concentraciones de PM2.5 en E-04 - 17/12/2024.....	132
Tabla 74. Concentraciones de PM10 en E-04 - 17/12/2024.....	133
Tabla 75. Concentraciones de PM2.5 en E-04 - 19/12/2024.....	134
Tabla 76. Concentraciones de PM10 en E-04 - 19/12/2024.....	135
Tabla 77. Concentraciones de PM2.5 en E-04 - 23/12/2024.....	136
Tabla 78. Concentraciones de PM10 en E-04 - 23/12/2024.....	137
Tabla 79. Concentraciones de PM2.5 en E-04 - 27/12/2024.....	138
Tabla 80. Concentraciones de PM10 en E-04 - 27/12/2024.....	139
Tabla 81. Concentraciones de PM2.5 en E-05 - 26/11/2024.....	140
Tabla 82. Concentraciones de PM10 en E-05 - 26/11/2024.....	141
Tabla 83. Concentraciones de PM2.5 en E-05 - 28/11/2024.....	142
Tabla 84. Concentraciones de PM10 en E-05 - 28/11/2024.....	143
Tabla 85. Concentraciones de PM2.5 en E-05 - 04/12/2024.....	144
Tabla 86. Concentraciones de PM10 en E-05 - 04/12/2024.....	145
Tabla 87. Concentraciones de PM2.5 en E-05 - 06/12/2024.....	146
Tabla 88. Concentraciones de PM10 en E-05 - 06/12/2024.....	147
Tabla 89. Concentraciones de PM2.5 en E-05 - 09/12/2024.....	148
Tabla 90. Concentraciones de PM10 en E-05 - 09/12/2024.....	149
Tabla 91. Concentraciones de PM2.5 en E-05 - 11/12/2024.....	150
Tabla 92. Concentraciones de PM10 en E-05 - 11/12/2024.....	151
Tabla 93. Concentraciones de PM2.5 en E-05 - 18/12/2024.....	152

	Pág.
Tabla 94. Concentraciones de PM10 en E-05 - 18/12/2024.....	153
Tabla 95. Concentraciones de PM2.5 en E-05 - 20/12/2024.....	154
Tabla 96. Concentraciones de PM10 en E-05 - 20/12/2024.....	155
Tabla 97. Concentraciones de PM2.5 en E-06 - 27/11/2024.....	156
Tabla 98. Concentraciones de PM10 en E-06 - 27/11/2024.....	157
Tabla 99. Concentraciones de PM2.5 en E-06 - 02/12/2024.....	158
Tabla 100. Concentraciones de PM10 en E-06 - 02/12/2024.....	159
Tabla 101. Concentraciones de PM2.5 en E-06 - 05/12/2024.....	160
Tabla 102. Concentraciones de PM10 en E-06 - 05/12/2024.....	161
Tabla 103. Concentraciones de PM2.5 en E-06 - 10/12/2024.....	162
Tabla 104. Concentraciones de PM10 en E-06 - 10/12/2024.....	163
Tabla 105. Concentraciones de PM2.5 en E-06 - 13/12/2024.....	164
Tabla 106. Concentraciones de PM10 en E-06 - 13/12/2024.....	165
Tabla 107. Concentraciones de PM2.5 en E-06 - 16/12/2024.....	166
Tabla 108. Concentraciones de PM10 en E-06 - 16/12/2024.....	167
Tabla 109. Concentraciones de PM2.5 en E-06 - 26/12/2024.....	168
Tabla 110. Concentraciones de PM10 en E-06 - 26/12/2024.....	169
Tabla 111. Concentraciones de PM2.5 en E-06 - 30/12/2024.....	170
Tabla 112. Concentraciones de PM10 en E-06 - 30/12/2024.....	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura. 1 Concentraciones de PM _{2.5} y PM ₁₀ en la Estación de Extracción y Trituración.....	43
Figura. 2 Concentraciones de PM _{2.5} y PM ₁₀ en la Estación de Calcinación de Piedra Caliza.....	45
Figura. 3 Concentraciones de PM _{2.5} y PM ₁₀ en la Estación de Chancado y Molienda de Cal.	47
Figura. 4 Concentración de PM _{2.5} y PM ₁₀ en la estación E-04 durante 8 horas.	49
Figura. 5 Concentración de PM _{2.5} y PM ₁₀ en la estación E-05 durante 8 horas.....	50
Figura. 6 Concentración de PM _{2.5} y PM ₁₀ en la estación E-06 durante 8 horas.....	51
Figura. 7 Concentraciones de PM _{2.5} en Extracción y Trituración - 02/10/2023.	76
Figura. 8 Concentraciones de PM ₁₀ en Extracción y Trituración - 02/10/2023.	77
Figura. 9 Concentraciones de PM _{2.5} en Extracción y Trituración - 10/10/2023.....	78
Figura. 10 Concentraciones de PM ₁₀ en Extracción y Trituración - 10/10/2023.	79
Figura. 11 Concentraciones de PM _{2.5} en Extracción y Trituración - 18/10/2023.	80
Figura. 12 Concentraciones de PM ₁₀ en Extracción y Trituración - 18/10/2023.	81
Figura. 13 Concentraciones de PM _{2.5} en Extracción y Trituración - 25/10/2023.....	82
Figura. 14 Concentraciones de PM ₁₀ en Extracción y Trituración - 25/10/2023.	83
Figura. 15 Concentraciones de PM _{2.5} en Extracción y Trituración - 03/11/2023.	84
Figura. 16 Concentraciones de PM ₁₀ en Extracción y Trituración - 03/11/2023.	85
Figura. 17 Concentraciones de PM _{2.5} en Extracción y Trituración - 08/11/2023.	86
Figura. 18 Concentraciones de PM ₁₀ en Extracción y Trituración - 08/11/2023.	87
Figura. 19 Concentraciones de PM _{2.5} en Extracción y Trituración - 13/11/2023.	88
Figura. 20 Concentraciones de PM ₁₀ en Extracción y Trituración - 13/11/2023.	89
Figura. 21 Concentraciones de PM _{2.5} en Extracción y Trituración - 20/11/2023.	90
Figura. 22 Concentraciones de PM ₁₀ en Extracción y Trituración - 20/11/2023.	91
Figura. 23 Concentraciones de PM _{2.5} en Calcinación - 05/10/2023.	92
Figura. 24 Concentraciones de PM ₁₀ en Calcinación - 05/10/2023.....	93
Figura. 25 Concentraciones de PM _{2.5} en Calcinación - 11/10/2023.	94
Figura. 26 Concentraciones de PM ₁₀ en Calcinación - 11/10/2023.	95
Figura. 27 Concentraciones de PM _{2.5} en Calcinación - 19/10/2023.	96
Figura. 28 Concentraciones de PM ₁₀ en Calcinación - 19/10/2023.	97
Figura. 29 Concentraciones de PM _{2.5} en Calcinación - 27/10/2023.	98
Figura. 30 Concentraciones de PM ₁₀ en Calcinación - 27/10/2023.	99
Figura. 31 Concentraciones de PM _{2.5} en Calcinación - 30/10/2023.....	100
Figura. 32 Concentraciones de PM ₁₀ en Calcinación - 30/10/2023.	101
Figura. 33 Concentraciones de PM _{2.5} en Calcinación - 09/11/2023.	102
Figura. 34 Concentraciones de PM ₁₀ en Calcinación - 09/11/2023.	103
Figura. 35 Concentraciones de PM _{2.5} en Calcinación - 15/11/2023.....	104
Figura. 36 Concentraciones de PM ₁₀ en Calcinación - 15/11/2023.	105
Figura. 37 Concentraciones de PM _{2.5} en Calcinación - 21/11/2023.....	106
Figura. 38 Concentraciones de PM ₁₀ en Calcinación - 21/11/2023.	107
Figura. 39 Concentraciones de PM _{2.5} en Chancado y Molienda - 04/10/2023.	108
Figura. 40 Concentraciones de PM ₁₀ en Chancado y Molienda - 04/10/2023.	109
Figura. 41 Concentraciones de PM _{2.5} en Chancado y Molienda - 12/10/2023.	110
Figura. 42 Concentraciones de PM ₁₀ en Chancado y Molienda - 12/10/2023.	111
Figura. 43 Concentraciones de PM _{2.5} en Chancado y Molienda - 20/10/2023.....	112
Figura. 44 Concentraciones de PM ₁₀ en Chancado y Molienda - 20/10/2023.	113
Figura. 45 Concentraciones de PM _{2.5} en Chancado y Molienda - 23/10/2023.....	114
Figura. 46 Concentraciones de PM ₁₀ en Chancado y Molienda - 23/10/2023.	115
Figura. 47 Concentraciones de PM _{2.5} en Chancado y Molienda - 31/10/2023.	116
Figura. 48 Concentraciones de PM ₁₀ en Chancado y Molienda - 31/10/2023.	117
Figura. 49 Concentraciones de PM _{2.5} en Chancado y Molienda - 10/11/2023.	118
Figura. 50 Concentraciones de PM ₁₀ en Chancado y Molienda - 10/11/2023.	119

Figura. 51 Concentraciones de PM _{2.5} en Chancado y Molienda - 16/11/2023.	120
Figura. 52 Concentraciones de PM ₁₀ en Chancado y Molienda - 16/11/2023.	121
Figura. 53 Concentraciones de PM _{2.5} en Chancado y Molienda - 22/11/2023.	122
Figura. 54 Concentraciones de PM ₁₀ en Chancado y Molienda - 22/11/2023.	123
Figura. 55 Concentraciones de PM _{2.5} en E-04 - 25/11/2024.	124
Figura. 56 Concentraciones de PM ₁₀ en E-04 - 25/11/2024.	125
Figura. 57 Concentraciones de PM _{2.5} en E-04 - 29/11/2024.	126
Figura. 58 Concentraciones de PM ₁₀ en E-04 - 29/11/2024.	127
Figura. 59 Concentraciones de PM _{2.5} en E-04 - 03/12/2024.	128
Figura. 60 Concentraciones de PM ₁₀ en E-04 - 03/12/2024.	129
Figura. 61 Concentraciones de PM _{2.5} en E-04 - 12/12/2024.	130
Figura. 62 Concentraciones de PM ₁₀ en E-04 - 12/12/2024.	131
Figura. 63 Concentraciones de PM _{2.5} en E-04 - 17/12/2024.	132
Figura. 64 Concentraciones de PM ₁₀ en E-04 - 17/12/2024.	133
Figura. 65 Concentraciones de PM _{2.5} en E-04 - 19/12/2024.	134
Figura. 66 Concentraciones de PM ₁₀ en E-04 - 19/12/2024.	135
Figura. 67 Concentraciones de PM _{2.5} en E-04 - 23/12/2024.	136
Figura. 68 Concentraciones de PM ₁₀ en E-04 - 23/12/2024.	137
Figura. 69 Concentraciones de PM _{2.5} en E-04 - 27/12/2024.	138
Figura. 70 Concentraciones de PM ₁₀ en E-04 - 27/12/2024.	139
Figura. 71 Concentraciones de PM _{2.5} en E-05 - 26/11/2024.	140
Figura. 72 Concentraciones de PM ₁₀ en E-05 - 26/11/2024.	141
Figura. 73 Concentraciones de PM _{2.5} en E-05 - 28/11/2024.	142
Figura. 74 Concentraciones de PM ₁₀ en E-05 - 28/11/2024.	143
Figura. 75 Concentraciones de PM _{2.5} en E-05 - 04/12/2024.	144
Figura. 76 Concentraciones de PM ₁₀ en E-05 - 04/12/2024.	145
Figura. 77 Concentraciones de PM _{2.5} en E-05 - 06/12/2024.	146
Figura. 78 Concentraciones de PM ₁₀ en E-05 - 06/12/2024.	147
Figura. 79 Concentraciones de PM _{2.5} en E-05 - 09/12/2024.	148
Figura. 80 Concentraciones de PM ₁₀ en E-05 - 09/12/2024.	149
Figura. 81 Concentraciones de PM _{2.5} en E-05 - 11/12/2024.	150
Figura. 82 Concentraciones de PM ₁₀ en E-05 - 11/12/2024.	151
Figura. 83 Concentraciones de PM _{2.5} en E-05 - 18/12/2024.	152
Figura. 84 Concentraciones de PM ₁₀ en E-05 - 18/12/2024.	153
Figura. 85 Concentraciones de PM _{2.5} en E-05 - 20/12/2024.	154
Figura. 86 Concentraciones de PM ₁₀ en E-05 - 20/12/2024.	155
Figura. 87 Concentraciones de PM _{2.5} en E-06 - 27/11/2024.	156
Figura. 88 Concentraciones de PM ₁₀ en E-06 - 27/11/2024.	157
Figura. 89 Concentraciones de PM _{2.5} en E-06 - 02/12/2024.	158
Figura. 90 Concentraciones de PM ₁₀ en E-06 - 02/12/2024.	159
Figura. 91 Concentraciones de PM _{2.5} en E-06 - 05/12/2024.	160
Figura. 92 Concentraciones de PM ₁₀ en E-06 - 05/12/2024.	161
Figura. 93 Concentraciones de PM _{2.5} en E-06 - 10/12/2024.	162
Figura. 94 Concentraciones de PM ₁₀ en E-06 - 10/12/2024.	163
Figura. 95 Concentraciones de PM _{2.5} en E-06 - 13/12/2024.	164
Figura. 96 Concentraciones de PM ₁₀ en E-06 - 13/12/2024.	165
Figura. 97 Concentraciones de PM _{2.5} en E-06 - 16/12/2024.	166
Figura. 98 Concentraciones de PM ₁₀ en E-06 - 16/12/2024.	167
Figura. 99 Concentraciones de PM _{2.5} en E-06 - 26/12/2024.	168

	Pág.
Figura. 100 Concentraciones de PM ₁₀ en E-06 - 26/12/2024.....	169
Figura. 101 Concentraciones de PM _{2.5} en E-06 - 30/12/2024.	170
Figura. 102 Concentraciones de PM ₁₀ en E-06 - 30/12/2024.....	171

ÍNDICE DE FOTOS	Pág.
Foto: 1. Perforación para extracción de Piedra Caliza.....	11
Foto: 2. Trituración de Piedra Caliza.....	12
Foto: 3. Calcinación de Piedra Caliza.....	13
Foto: 4. Chancado de Cal.....	13
Foto: 5. Molienda de Cal.	14
Foto: 6. Zona de Planicie.	29
Foto: 7. Zona de Lomada.....	29
Foto: 8. Estratificación.....	31
Foto: 9. Estación de monitoreo en Extracción y Trituración de Piedra Caliza.	35
Foto: 10. Estación de monitoreo de Calcinación de Piedra Caliza.	35
Foto: 11. Estación de monitoreo en Chancado y Molienda de Cal.....	36
Foto: 12. Estación de monitoreo E-04.	36
Foto: 13. Estación de monitoreo E-05.	37
Foto: 14. Estación de monitoreo E-06.	37
Foto: 15. Equipo Contador de Partículas HANDHELD 3016 AQ.	38
Foto: 16. Instalación y Configuración del Equipo.....	39

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en las labores de la empresa calera NUBE BLANCA E.I.R.L ubicada en la comunidad de Apán Alto, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca. Dicha calera produce aproximadamente 30 toneladas diarias de Oxido de Calcio, por lo que se emiten diversas cantidades de material particulado a lo largo de las fases de producción; por ello, es fundamental conocer la cantidad de material particulado que se emite al ambiente. El objetivo del presente trabajo es evaluar la concentración de Material Particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} , con el propósito de determinar si los resultados superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP) y estándares propuestos por la OMS. Se definieron 6 estaciones de monitoreo, las cuales son: Extracción y Trituración, Calcinación y Chancado y Molienda de Cal, y 3 estaciones fuera de la calera. El monitoreo se llevó a cabo durante las 8 horas de labores en la empresa, 3 días a la semana por 8 semanas, utilizando el equipo contador de partículas HANDHELD 3016 AQ. Los promedios máximos finales en la estación de Extracción y trituración fueron: $PM_{2.5}$: $10.14 \mu g/m^3$; PM_{10} : $17.16 \mu g/m^3$; en la estación de Chancado y Molienda: $PM_{2.5}$: $6.69 \mu g/m^3$; PM_{10} : $10.94 \mu g/m^3$. y en la estación de Chancado y Molienda de Cal: $PM_{2.5}$: $6.69 \mu g/m^3$; PM_{10} : $10.94 \mu g/m^3$. Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que dichos valores no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP), ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

PALABRAS CLAVE: Material Particulado, $PM_{2.5}$, PM_{10} , Estación, Monitoreo, ECA, LMP.

ABSTRACT

This research was carried out at the NUBE BLANCA E.I.R.L. lime company located in the community of Apán Alto, Hualgayoc province, Cajamarca department. This lime kiln produces approximately 30 tons of calcium oxide per day, so varying amounts of particulate matter are emitted throughout the production phases; therefore, it is essential to know the amount of particulate matter emitted into the environment. The objective of this work is to evaluate the concentration of PM_{2.5} and PM₁₀ particulate matter, in order to determine if the results exceed the Environmental Quality Standards (ECA), Maximum Permissible Limits (LMP), and standards proposed by the WHO. Six monitoring stations were defined: Extraction and Crushing, Calcination and Crushing and Grinding of Lime, and three stations outside the kiln. Monitoring was carried out during the company's 8-hour work day, 3 days a week for 8 weeks, using the HANDHELD 3016 AQ particle counter. The final maximum averages at the Extraction and Crushing station were: PM_{2.5}: 10.14 µg/m³; PM₁₀: 17.16 µg/m³; at the Crushing and Grinding station: PM_{2.5}: 6.69 µg/m³; PM₁₀: 10.94 µg/m³; and at the Lime Crushing and Grinding station: PM_{2.5}: 6.69 µg/m³; PM₁₀: 10.94 µg/m³. Therefore, it was concluded that these values do not exceed the Environmental Quality Standards (ECA), Maximum Permissible Limits (MPL), or the maximum levels established by the WHO.

KEYWORDS: Particulate Matter, PM_{2.5}, PM₁₀, Station, Monitoring, ECA, LMP.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La industria de la cal genera importantes emanaciones sólidas a la atmósfera, los contaminantes más significativos son el carbonato de calcio, el dióxido de carbono y resto de residuos de combustibles fósiles como el carbón que se utiliza para calcinar las rocas calizas (Arenas, 2017).

El material particulado (MP) es considerado uno de los contaminantes atmosféricos más peligrosos, origina grandes transformaciones al ambiente que a lo largo del tiempo produce efectos adversos a la salud. En la zona de Hualgayoc existe gran extracción de minerales dentro de ellos una actividad que cada vez está tomando mayor relevancia es la extracción de piedra caliza para la obtención de cal. Producto de las actividades se emiten contaminantes que afectan la calidad del aire y la salud de las personas como partículas PM₁₀ y PM_{2,5} (Loconi y Saldaña, 2021).

La extracción y tratamiento de minerales en las caleras producen emisiones significativas de gases y material particulado producto de la perforación, voladura, transporte, trituración y almacenamiento de material (Dávalos, 2018). Las emisiones de polvo producen impacto sobre el medio ambiente, la seguridad y la productividad de una mina (Paez *et al.*, 2017). El ministerio del ambiente (MINAM) establece que en las zonas de extracción minera el aire se ve afectado principalmente por la emisión de partículas PM₁₀ y PM_{2,5}; óxido de nitrógeno y óxido de azufre.

La Calera Nube Blanca ubicada en el caserío Apan Alto, provincia de Hualgayoc, produce aproximadamente 30 toneladas diarias de Óxido de Calcio, en sus diversas presentaciones como son molida, granulada o chancada. Producto de su producción diaria se emiten diversas cantidades de material particulado a lo largo de las fases de producción. La producción de cal es una industria que inevitablemente produce polvo y gases debido que se trata material seco y caliente que contiene ciertas cantidades de partículas finas (Arenas, 2017).

Por ello es fundamental conocer la cantidad de material particulado que se emite diariamente en la Calera Nube Blanca, para así plantear medidas de mitigación en el caso que los

resultados sobrepasen los Estándares de Calidad del Aire aprobados por el MINAM, además de relacionar el nivel de emisiones de material particulado con los momentos de mayor actividad en las operaciones, la temperatura, dirección de los vientos o precipitaciones.

En tal sentido se formuló la siguiente interrogante ¿Qué cantidad de material particulado emite los procesos de la calera Nube Blanca, Hualgayoc-Cajamarca 2023?; así mismo como hipótesis se planteó: La concentración del material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la Calera Nube Blanca-Hualgayoc, Cajamarca, sobrepasa los límites máximos permisibles.

El monitoreo se llevó a cabo entre los meses de octubre y noviembre del 2023. El instrumento de medición de datos fue el contador de partículas HANDHELD 3016AQ y con el apoyo de un GPS para establecer las coordenadas de ubicación de cada estación de monitoreo.

El objetivo de la investigación fue evaluar la cantidad de Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) emitido por la calera Nube Blanca E.I.R.L en Hualgayoc-Cajamarca. Los objetivos específicos fueron monitorear la concentración de partículas en suspensión PM_{10} y $PM_{2.5}$ mediante la utilización del equipo HANDHELD 3016AQ, determinar la variación del Material Particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ y su relación con las variables meteorológicas (Temperatura, precipitaciones y velocidad del viento), determinar los momentos de los elevados y bajos picos de concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$ y contrastar las concentraciones de Material Particulado en la Calera Nube Blanca con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP). De este modo se planteó como hipótesis que la concentración del material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la Calera Nube Blanca-Hualgayoc, Cajamarca, sobrepasa los Estándares de Calidad ambiental (ECA).

La presente investigación se enfoca en evaluar el material particulado en las labores mineras del proceso productivo de la obtención de óxido de calcio en la calera Nube Blanca en Hualgayoc

Dicho trabajo será de importancia para que tanto las empresas dedicadas al sector industrial como autoridades ambientales y población de comunidades aledañas a los proyectos puedan estructurar criterios para la disminución de emanaciones de Material Particulado en los posteriores proyectos industriales. Por otro lado, la investigación servirá como pilar para estudios basados en contaminación por partículas en las diferentes empresas caleras de la región y el Perú.

En el capítulo I de la investigación se da a conocer de una forma concreta la problemática del trabajo, la importancia y justificación, así como la hipótesis y objetivos de la investigación. En

el capítulo II muestra los antecedentes y bases teóricas sobre el procedimiento y protocolo a seguir en el monitoreo de la calidad del aire, para llegar a obtener los resultados. El capítulo III muestra una descripción, ubicación, factores climatológicos de la zona de estudio, el procedimiento que se siguió para poder llegar a obtener y analizar los datos obtenidos; además de los equipos y materiales utilizados en la investigación. En el capítulo IV se analiza y discute los resultados en función de nuestros objetivos, para poder explicar las posibles causas de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, y por último en el capítulo V se expone las conclusiones a las cuales se ha llegado en el presente estudio, así como las recomendaciones que ayudará a investigaciones posteriores obtener mejores resultados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos.

2.1.1. Internacional.

Zavala Medrana (2020) en su investigación determinó la cantidad de material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ producto de la explotación de canteras en el sector San Rafael de la ciudad de Latacunga Colombia, la investigación fue de nivel básico de tipo analítico de corte transversal, obtuvo como resultados que los niveles de partículas PM_{10} alcanzaron su nivel máximo en 45 ug/m^3 y de $PM_{2,5}$ en $7,54 \text{ ug/m}^3$, valores que no sobrepasan los límites máximos permisibles durante un monitoreo de 24 horas.

Viera (2019) en su investigación que tiene como objetivo evaluar la concentración de material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ en la parroquia Eloy Alfaro en Ecuador. El estudio fue de nivel básico de tipo analítico y de corte transversal, obtuvo como resultados que en los dos puntos de monitoreo de partículas PM_{10} los valores alcanzados fueron de $6,96 \text{ ug/m}^3$ y $23,21 \text{ ug/m}^3$ y para partículas $PM_{2,5}$ fueron de $4,33 \text{ ug/m}^3$ y $13,21 \text{ ug/m}^3$, valores inferiores a los ECA para aire que es un promedio de 100 ug/m^3 en 24 horas de monitoreo.

López (2018) en su estudio que tiene como objetivo determinar los niveles de material particulado sedimentable en el cantón Portovelo en Colombia obtuvo como resultados que todos los puntos de monitoreo superan el valor indicado en la Norma Ecuatoriana de $1 \text{ mg/cm}^2 \cdot 2 \cdot 30$ días, además comparando los mismos resultados con los límites de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se observa que todos los datos obtenidos en cada punto de monitoreo superan los valores establecidos por dicha entidad de $0,5 \text{ mg/cm}^2 \cdot 2 \cdot 30$ días.

2.1.2. Nacionales.

Viena (2018) en su investigación que tiene como objetivo determinar la concentración de material respirable PM_{10} y $PM_{2,5}$ influenciado por el tránsito vehicular, el tramo evaluado tiene una intensidad media diaria de 1236 vehículos, lo que genera 76676,9 partículas por minuto de $PM_{0,3}$ μm , 63222,6 partículas de PM_1 μm , 1543,3 partículas de PM_5 μm y 650,7 partículas de PM_5 μm , valores que al ser comparados con los estándares de calidad ambiental supera en tres veces lo establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

Guerra (2021) en su estudio que tiene como objetivo determinar la contribución espacial vertical de la concentración de material particulado respirable $PM_{2,5}$ y PM_{10} , determinó que las concentraciones obtenidas está influenciado por la altitud y la cantidad partículas $PM_{2,5}$ máximas y mínimas son 24, 22 $\mu g/m^3$ (900msnm) y 7,36 $\mu g/m^3$ (1435) respectivamente y para PM_{10} la mayor concentración promedio fue 43,39 $\mu g/m^3$ y la menor concentración 11,62 $\mu g/m^3$, concluyendo que la emisión de material particulado esta influenciado la altitud.

Pinto (2018) en su investigación que tiene como objetivo determinar el material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ y metales en la construcción de una carretera en Moquegua, se monitoreó ocho estaciones meteorológicas, determinando que el material particulado PM_{10} y $PM_{2,5}$ que se emite diariamente se encuentran por debajo de los ECA de aire, el mismo que establece 100 $\mu g/m^3$ como límite para una muestra en 24 horas, concluyó que los parámetros meteorológicos influyen en la concentración de material particulado.

Valencia *et al.* (2019) en su investigación que tienen como objetivo determinar el material particulado PM_{10} en la calidad de aire en Ilo, determinó que la concentración de material particulado de PM_{10} depende, principalmente, de las fuentes de emisión, los valores alcanzados en los puntos de monitoreo fueron 68,863 y 46,030 67,9 y 37,1 $\mu g/m^3$ valores inferiores a los estándares de calidad ambiental cuyo límite establece que es de 100 $\mu g/m^3$ para 24 horas.

2.1.3. Locales.

Loconi y Saldaña (2021) en su investigación que tienen como objetivo analizar las concentraciones de $PM_{2,5}$, PM_{10} , CO, SO_2 , NO_2 y ruido comparando los límites máximos permisibles en la Calera Juan de Dios en Cajamarca. La investigación fue de tipo cuantitativa, determinó que la concentración de partículas $PM_{2,5}$ fue un promedio de $3,06 \text{ ug/m}^3$ y para PM_{10} fue de $4,20 \text{ ug/m}^3$ siendo las fuentes de mayor emisión en área de chancado y voladura, diariamente se emiten $1,61 \text{ ug/m}^3$ de SO_2 , $2529,16 \text{ ug/m}^3$ de CO y un nivel de ruido de 50,90 dBA valores inferiores a los Límites máximos Permisibles, con lo que se concluye la Calera Juan de Dios no representa riesgo alto de contaminación.

García (2016) en su investigación que tiene como objetivo evaluar la situación actual del sistema de ventilación y propuesta para la optimización de mina subterránea carbonífera en Mi Grimaldina en Cajamarca. La investigación fue de nivel básico de tipo descriptiva, determinó la emisión de SO_2 es de $11,38 \text{ ug/m}^3$, $10532,45 \text{ ug/m}^3$ CO, $123,85 \text{ ug/m}^3$ valores inferiores a los límites máximos permisibles.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1 Material Particulado (MP)

Son elementos sólidos que está conformado por partículas de diversos tamaños generados por diferentes fuentes de emisión, que al ser inhaladas tienen efectos en la salud de los seres humanos, especialmente a nivel del sistema respiratorio (García, 2016). El MP puede ser generado por el transporte automotor, la industria y diversas actividades de construcción y se clasifican por su tamaño, que puede ser menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) o menores a 10 micras (PM_{10}) (Valencia *et al.*, 2019).

Las PM_{10} generalmente se emiten a partir de procesos mecánicos correspondientes a la construcción, industria y explotación y el $PM_{2,5}$ se genera principalmente por fuentes de combustión (OMS, 2005).

2.2.2. Fuentes de partículas sólidas totales

Existe dos fuentes de emisión de partículas móviles y fijas Las fuentes móviles son producidas por vehículos motorizados producto de su transporte siendo los principales contribuyentes las carreteras (Suarez y Álvarez, 2017), las fuentes fijas se localizan en un punto determinado como combustión estacionaria e industriales y vertederos (Suarez y Álvarez, 2017).

El material Particulado (MP) proviene principalmente de actividades de construcción, agricultura, fases de trabajo de la minería metálica como no metálica, como es la perforación, voladura, carguío, acarreo y descarga de mineral o desmonte, además de los posteriores procesos como chancado o molienda del material. (Dávalos, 2018).

2.2.3. Efectos del material particulado.

El Material Particulado (MP), genera diversos efectos a la salud especialmente a las personas que están expuestas a enfermedades como ancianos, niños y personas que sufren enfermedades crónicas cardíacas o pulmonares (Loconi y Saldaña, 2021).

Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, el Material particulado principalmente provoca complicaciones en los pulmones y el corazón, asociando la severidad con el tamaño de las partículas, siendo así que las partículas con tamaño menor a 10 micrómetros pueden ingresar hasta los pulmones y las más pequeñas pueden llegar incluso hasta la circulación sanguínea. La exposición al material particulado también puede causar irritación de ojos, nariz, garganta y en el peor de los casos la muerte en personas con enfermedades que comprometen el corazón o los pulmones.

Tabla 1. Niveles de exposición de material particulado

Rubros	Promedio anual de PST (en ug/m ³)			
	250	150	100	Total
Población expuesta (millones)				
Niños (0-14 años)	5,7	8,2	15,4	29,3
Adultos (15-59 años)	8,1	11,8	22,1	42,0
Ancianos (+60 años)	0,7	1,0	2,0	3,7
Suma	14,5	21,0	39,5	75,7
Tasa en exceso				
Tos crónica en niños (% por año)	24,5	10,6	4,1	
DAPER en adultos (días/año)	4,0	1,5	0,2	
Bronquitis crónica en ancianos (%)	6.0	4.0	2.0	

Fuente: Weitzenfeld, (1992).

2.2.4 Clasificación de las partículas de aire.

Las partículas sólidas en suspensión de diámetro inferior o igual a 100 μm , se clasifican en partículas gruesas PM_{10} inhalables en suspensión con tamaños menores a 10 μm y partículas finas $PM_{2,5}$ menores o iguales a 2,5 μm (Canales *et al.*, 2014).

2.2.4.1 PM_{10}

Material particulado con diámetro igual o inferior a 10 μm , están conformados principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos que se caracterizan por tener un pH básico (Canales *et al.*, 2014).

2.2.4.2 $PM_{2,5}$

Material particulado respirable en la atmósfera en forma sólida o líquida el cual representa la fracción respirable más pequeña (Canales *et al.*, 2014), estas últimas están constituidas de partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a 2,5 μm (Canales *et al.*, 2014).

2.2.5. Factores ambientales que influyen en la dispersión del MP

Existen diversas fuentes que influyen en la dispersión de contaminantes dentro de ellos es la velocidad del viento, la humedad, precipitaciones y la radiación solar.

El aire es una fuente de dispersión de contaminante que puede sufrir variaciones debido a emisiones de contaminantes que alteran la concentración normal del aire, que provienen de procesos naturales como procesos de erosión de suelos, incendios, voladuras y de procesos antropogénicos como la extracción de minerales.

La humedad influye en el contenido de agua de las partículas de aerosol y por lo tanto tiene impacto en la capacidad de dispersar las partículas grandes como las PM_{10} .

2.2.6. Contaminación del aire.

Es un proceso que es producto de las acciones mínimas y de mayor envergadura que realiza el hombre, que genera contaminación atmosférica y se generan por contaminantes primarios y secundarios. Los contaminantes primarios se emiten por fuentes naturales o provocados por el hombre, como el CO y el material particulado y esta influenciado por el viento, temperatura o la humedad. (García, 2016).

Los diferentes contaminantes correspondientes a primarios o secundarios se pueden apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. *Tipos de contaminantes*

Contaminantes Primarios	Contaminantes Secundarios
Óxidos de azufre (SO _x)	Ozono (O ₃)
Monóxido de carbono (CO)	Lluvia ácida
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	Contaminación fotoquímica
Material particulado	
Hidrocarburos	

Fuente: Contreras y Icaza, (2013).

2.2.7. Minería no metálica.

La minería no metálica lo conforman más de 30 tipos de minerales no metálicos, los cuales cada vez son más utilizados en diversos sectores como la agricultura, industria e infraestructura (Villela, 2017).

La pequeña y mediana minería es representada mayormente por la explotación de minerales no metálicos a una baja escala (MEM, 2017). Dentro de los principales recursos más explotados en la minería no metálica está la caliza y la dolomita, constituyendo aproximadamente un 40 % del total de extracciones de minerales no metálicos. (Rumbo Minero.,2021).

Las regiones que tienen un mayor porcentaje de producción de cal son: La Libertad (40%), Moquegua (25%), y Cajamarca con un 28%. Dentro de las cuales en Cajamarca y Moquegua, las empresas productoras de Cal abastecen este producto a las principales empresas mineras como Goldfields, Coimolache, La Zanja, Yanacocha, Southern Perú, entre otras. Así mismo, en la región la Libertad, la principal empresa productora de cal es Cementos Pacasmayo, la misma que distribuye Cal a las principales empresas mineras de dicha región, por último los pequeños y productores artesanales obtienen cal para abastecer a la agricultura.(Vilca, 2019).

2.2.8. Piedra caliza.

Son rocas pertenecientes al grupo de sedimentaria, las cuales son producto de alteraciones físicas y químicas, además estas las podemos identificar haciéndolas reaccionar con ácido clorhídrico, notándose la efervescencia al añadir este líquido. (Ticona & Gonzales, 2016).

La piedra caliza está constituida principalmente de carbonato de calcio (50%), además de mínimas cantidades de impurezas de sílice, arcilla, hierro, fósforo, azufre, manganeso, cobre y titanio. (Ticona & Gonzales, 2016).

Esta roca tiene un color variante de blanca o grisácea a un color gris o marrón. Dicha piedra se caracteriza por ser blanda y que fácilmente se raya; además al estar expuesta al viento y lluvia y demás contaminantes provocan su disolución y formación de estalactitas y estalagmitas; sin embargo, tiene una resistencia que varía entre 98.4 y 583.5 kg/cm². (Ticona & Gonzales, 2016).

La roca caliza se usa principalmente en la producción de cal, construcción de carreteras, obtención del cemento, en la siderúrgica, fabricación de vidrio. (Ticona & Gonzales, 2016).

2.2.9. Óxido de calcio.

El óxido de calcio conocido por su nombre común de cal viva, es obtenido luego de un proceso de calcinación, por el cual la piedra caliza es sometida a una temperatura de aproximadamente 900°C, proceso que se realiza en hornos verticales especialmente en la minería artesanal, estos hornos operan de manera continua, donde cada 24 horas se descarga la cal y se vuelve a llenar nuevamente con caliza por la parte superior (Duran *et al.*, 2017).

El óxido de calcio se puede obtener en tres diferentes presentaciones como cal viva, que se obtiene de la calcinación de la piedra caliza; cal hidratada, la cual es el resultado de añadir agua a la cal viva y por la último la cal hidráulica que se obtiene luego de combinar cal viva con hidróxido de calcio, sílica y alúmina. (Ticona & Gonzales, 2016).

Los usos del óxido de calcio son muy utilizados en el campo de la minería y la siderurgia, se utiliza para la concentración de minerales, como estabilizador de pH cambiando de un estado ácido a neutro (Bautista y Rojas, 2015).

También es muy utilizado en la producción de sosa cáustica, hipoclorito de calcio, fosfatos cálcicos, ácido cítrico; también es utilizado en la agricultura, farmacéutica, alimentaria como la obtención de azúcar, obtención de vidrio, papel, entre otros. (Ticona & Gonzales, 2016).

2.2.10. Proceso de Obtención del Oxido de calcio.

Generalmente el proceso de obtención del oxido de calcio, sigue una secuencia de cinco pasos importantes desde la extracción de la roca caliza, para luego pasar a una etapa de trituración con el propósito de disminuir el tamaño de la piedra para ser vertidas en los hornos de calcinación y tengan un calentamiento correcto, luego se va a descargar de los hornos con el objetivo de chancar, hidratar o moler la cal de acuerdo a las especificaciones que requiera el cliente, finalmente se empaqueta el producto y se comercializa.(Alva, 2018).

En la empresa que es objeto de estudio se utiliza el siguiente procedimiento, según Ocón (2022), ingeniero supervisor de operaciones de la organización:

- Extracción: Primeramente, se extrae la capa de vegetación, que aproximadamente tiene 30 cm de espesor, para luego se proceda a extraer la roca caliza a través de voladura o mediante el uso de una retroexcavadora.



Foto: 1. Perforación para extracción de Piedra Caliza.

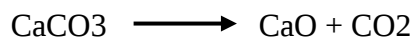
- Trituración: Una vez extraída la roca se procede a disminuir el tamaño de la misma, utilizando combas de 10 a 12 lb, hasta que la piedra tenga un tamaño entre 7 y 9 pulgadas.

Con el uso de una retroexcavadora, la roca que ya ha sido triturada es llevada hacia los hornos de calcinación.



Foto: 2. Trituración de Piedra Caliza.

- Calcinación: La piedra caliza es vertida junto a capas de 120 kg de carbón antracita en los hornos verticales de calcinación, los cuales tienen una metodología de cocción continua, llegando a una temperatura de 900 a 1000°C para poder quemar la roca. A continuación, se muestra la reacción química que se genera en los hornos de calcinación:



Donde:

CaCO₃: Carbonato de calcio (Piedra Caliza)

CaO: Óxido de calcio (cal viva)

CO₂: Dióxido de carbono



Foto: 4. Calcinación de Piedra Caliza.



Foto: 3. Chancado de Cal.

- Chancado: Luego de descargar la cal de los hornos, es llevada hacia la chancadora donde se disminuye su tamaño a una pulgada, cabe resaltar que algunos clientes piden que se abastezca solo cal chancada para sus operaciones.

- **Molienda y empaque:** Una vez obtenida la cal chancada, es transportada hacia la tolva del molino, el cual muele hasta obtener una granulometría uniforme, que pase un 80 a 90% de cal en malla 200, para después ser empacado en bolsones de una tonelada de capacidad. Es importante destacar que en cada fase se supervisa la calidad para obtener un producto excelente y no sea motivo de devolución del cliente.



Foto: 5. Molienda de Cal.

2.2.11. Monitoreo de calidad del aire.

El monitoreo de la calidad de aire hace referencia a la toma de muestras para hallar la concentración de material particulado suspendido en el aire, ya sea partículas menores a 10 microgramos (PM_{10}) o partículas menores a 2.5 microgramos ($PM_{2.5}$). Dichas muestras son analizadas para encontrar su concentración y caracterizarlas de acuerdo a la normativa vigente (Páez *et al.*, 2017).

Los monitoreos de la calidad de aire se realizan con la finalidad de disminuir los efectos de la contaminación en el ambiente atmosférico, además de la salud pública; para ello es necesario seguir diversas metodologías y técnicas de análisis para hallar datos confiables de concentraciones de contaminantes en el aire (Dávalos, 2018).

2.2.12. Métodos de monitoreo de calidad de aire según su tecnología.

2.2.12.1. Sistemas manuales pasivos.

Son métodos simples, los cuales obtienen resultados aproximados acerca del estado de la calidad del aire, específicamente en lugares donde no se realizan monitoreos permanentes (Valbuena y Diaz, 2019).

Los monitoreos se realizan a través de la adsorción y/o absorción en una sustancia química determinada (Rosas *et al.*, 2013). El muestreo puede durar desde horas hasta meses, pero luego se debe analizar en laboratorio para poder obtener datos cuantitativos (Valbuena y Diaz, 2019).

2.2.12.2. Sistemas manuales activos.

Conocido como método gravimétrico, el cual consta de hacer ingresar una muestra de aire mediante un cabezal selectivo, para coleccionar en un filtro las sustancias de interés de material particulado por un tiempo de 23 a 25 horas; dicho filtro debe ser pesado antes y después de ser utilizado con la muestra, ya que la diferencia de ambos pesos ayudará a registrar el peso neto de la muestra, y posteriormente la concentración de la sustancia de interés, realizando una división de la masa de material particulado entre el volumen total de la muestra (MINAM, 2019).

2.2.12.3. Sistemas automáticos.

Los sistemas automáticos son considerados como los mejores métodos concernientes al muestreo de aire, ya que permiten obtener resultados de concentraciones de manera automática y en tiempo real, concentraciones máximas y mínimas en cualquier periodo de tiempo. Por otro lado, estos métodos son muy costosos, tanto su obtención como su operación, además de que para su correcto funcionamiento es necesario de personal capacitado, mantenimiento y calibración permanente (Jerves y Armijos, 2016).

El MINAM (2019), indica que hay tres técnicas para determinación de material particulado mediante sistemas automáticos, los cuales son:

- Atenuación de rayos beta.
- Microbalanza oscilatoria de elemento cónico.
- Dispersión de la luz.

2.2.12.4.Sistemas híbridos.

Los métodos híbridos constan de una combinación de los tres métodos (manuales pasivos, activos y automáticos), su utilización depende de los propósitos del plan de monitoreo, además de las sustancias que se quiere medir y por último de los medios disponibles para el análisis (MINAM, 2019).

2.2.13. Protocolo de monitoreo.

DIGESA (2005) recomienda cumplir con los siguientes ítems al momento de realizar un monitoreo de calidad de aire:

2.2.13.1. Diseño del monitoreo

Se debe tener en cuenta que el monitoreo de aire va a depender de los propósitos que se desea lograr, capital económico, humano, seleccionar las sustancias contaminantes las cuales van a ser monitoreadas, método de medición a utilizar, así mismo la disponibilidad de los equipos a utilizar de acuerdo al método seleccionado; además del periodo de monitoreo que se requiere. (DIGESA, 2005).

2.2.13.2.Escalas del monitoreo

En un monitoreo se debe definir la escala adecuada y apropiada para así poder ubicar físicamente las estaciones del muestreo y relacionarlos con los objetivos del monitoreo. (DIGESA, 2005)

Para localizar los sistemas de monitoreo se deben aplicar seis escalas, las cuales se describen a continuación:

Tabla 3. *Escalas para realización de monitoreos ambientales*

Categoría de Escala	Definición
Microescala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros.
Escala Media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender dimensiones desde 100 metros hasta 0.5 kilómetros.
Escala Local	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0.5 a 4.0 kilómetros.
Escala Urbana	Define todas las condiciones de un área con dimensiones en un rango de 4 a 50 kilómetros.
Escala Regional	Define generalmente un área rural de geografía razonablemente homogénea y se extiende desde decenas hasta cientos de kilómetros.
Escala Nacional o Global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación o del mundo como un todo.

Fuente: DIGESA, (2005).

2.2.13.3. Selección de parámetros a monitorear

Para la selección de las sustancias a monitorear es importante conocer que dichos contaminantes son emitidos por fuentes fijas y móviles, las mismas que pueden generar lluvia ácida u ozono; así mismo, determinar la concentración por medio de equipos automáticos se torna muy costoso para el investigador, por lo que solo se monitorea contaminantes que tienen alto grado de incidencia en un área determinada (DIGESA, 2005).

Tabla 4. Parámetros a monitorear

Grupo	Parámetro
Material Particulado	- Material Particulado respirable de diámetro menor a 10 µm (PM-10)
	- Material particulado respirable de diámetro menor a 2.5 µm (PM-2.5)
Gases	- Dióxido de azufre
	- Monóxido de carbono
	- Dióxido de nitrógeno
	- Ozono
	- Sulfuro de hidrógeno
Metales Pesados	- Plomo
Metrológicos	- Dirección del viento
	- Velocidad del viento
	- Temperatura
	- Humedad relativa
	- Precipitación
	- Radiación solar
	- Altitud
	- Perfil vertical de temperatura
	- Nubosidad

Fuente: DIGESA, (2005).

2.2.13.4.Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo determina la cantidad de mediciones que se realizarán en un periodo de tiempo, en un lugar apropiado de muestreo, la misma que va a depender de los objetivos correspondiente al monitoreo que se plantee. Además, se recomienda realizar uno o dos monitoreos anuales de 12 horas diarias, preferentemente en horario de trabajo en minería pequeña o artesanal. (DIGESA, 2005).

Para obtener valores medios anuales se recomienda realizar monitoreos de una a dos veces por semana y cada 24 horas (García, 2016).

Tabla 5. *Frecuencia y periodos para el monitoreo de calidad de aire*

Tipo de tecnología	Tipo de monitoreo	Periodo de medición (En base al ECA)	Mínima suficiencia de información válida requerida	Frecuencia mínima por muestra o registro
Automática	Continuo	1 hora	>75% (45 minutos)	Continua por 5 días
		8 horas	>75% (6 horas)	Continua por 5 días
		24 horas	>75% (18 horas)	Continua por 5 días
		Mensual	>74% (5 días)	Continua por 5 días
		Anual	1 mes	Continua por 1 mes
Manual	Discontinuo	1 hora	>90% (54 minutos)	• Una muestra horaria al día por 5 días consecutivos, o • Una muestra horaria cada 5 días dentro del periodo de un mes.
		8 horas	>90% (7 horas)	• Una muestra octohoraria al día por 5 días consecutivos, o • Una muestra octohoraria cada 6 días dentro del periodo de un mes.
		24 horas	>90% (22 horas)	• 5 muestras diarias contiguas, o • Una muestra diaria cada 6 días dentro del periodo de un mes.
		Mensual	>14% (5 días)	Sobre la base de muestreos diarios: • 5 muestras diarias contiguas dentro del periodo de un mes, o • Una muestra diaria cada 6 días dentro del periodo de un mes o Sobre la base de muestreos diarios: • Una muestra integrada de un mes
		Anual	1 mes	Sobre la base de muestreos diarios: • 30 muestras diarias contiguas o Sobre la base de muestreos diarios: • Una muestra integrada de un mes

Fuente: MINAM, (2019).

2.2.13.5. Criterios para la selección de métodos

Según DIGESA (2005) afirma que los objetivos del monitoreo son el principal factor a considerar al momento de elegir un método; pero, no sin antes considerar los recursos a utilizar y la existencia de personal calificado, además del presupuesto adecuado para cubrir los costos del equipo. Sin embargo, existen criterios técnicos para seleccionar un método adecuado que nos dé resultados confiables como son:

- Selectividad: muestra la magnitud en la que un método puede operar correctamente sin ser afectado por otros factores.
- Límite de detección: es la cantidad mínima que un método puede captar.
- Exactitud: indica si el valor real con el valor medido es semejante, el cual depende del método utilizado, así como la forma de calibración del equipo.
- Calibración del instrumento: es muy importante que el equipo esté calibrado de acuerdo al manual de uso para así obtener datos precisos y exactos.

El Ministerio del Ambiente proporciona los siguientes criterios para la elección del método de monitoreo:

Tabla 6. Criterios para la selección de método de monitoreo

Requerimiento temporal de la información	Enfoque del monitoreo	Consideraciones generales	Método a seleccionar
Continuo, a nivel horario y en tiempo real	• 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 automático
	• Monitoreo orientado a la prevención / evaluación de riesgos de salud ambiental.	Presupuesto limitado / dificultades respecto de la disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad.	Procedimiento alternativo automático
	• Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y de servicios.	La información generada es utilizada para los reportes de monitoreo vinculados a instrumentos de gestión ambiental.	Método de referencia o equivalente automático
		La información generada es utilizada para controles internos.	Procedimiento alternativo automático
	• Monitoreos vinculados a planes de acción para la mejora de calidad de aire.	Presupuesto suficiente / disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad.	Método de referencia o equivalente manual (activo o pasivo)
	• 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 de referencia o equivalente manual (activo o pasivo)
Referida al día, fracción de día o periodos más extensos	• Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y de servicios.	La información generada es utilizada para los reportes de monitoreo vinculado a instrumentos de gestión ambiental.	Métodos de referencia o equivalente manual (Activo o pasivo)

Requerimiento temporal de la información	Enfoque del monitoreo	Consideraciones generales	Método a seleccionar
		La información generada es utilizada para controles internos.	Método alternativo manual (activo o pasivo)

Fuente: MINAM, (2019).

2.2.14. Estándares de Calidad ambiental (ECA).

Los ECA tienen carácter de obligatorio al momento del diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, en el caso de la minería, los EIA (MINAM, 2017).

Estos estándares están definidos según el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, y se muestra a continuación:

Tabla 7. *Estándares de calidad ambiental para aire*

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	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 ($\text{PM}_{2.5}$)	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 frío (CVAAS) O

Parámetros	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterios de evaluación	Método de análisis
				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 aritmética 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 Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente: MINAM, (2017).

La organización mundial de la salud también ha dictaminado estándares de calidad ambiental en materia de material particulado, los cuales se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. *Estándares de calidad del aire.*

Parámetro	Periodo	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MP 2.5	Anual	10
	24 horas	25
MP10	Anual	20
	24 horas	50

Fuente: OMS, (2005).

2.2.15. Límites máximos Permisibles (LMP).

Es una medida de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

Dichos límites son aplicables para emisiones atmosféricas de plantas industriales de fabricación de cemento y/o cal, y se muestran en la siguiente Tabla 9:

Tabla 9. LMP para emisiones atmosféricas de plantas industriales de cemento y/o cal.

Parámetro	Tipo de fuente fija	Límite Máximo Permisible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Método de ensayo normalizado
Material Particulado (PM)	Nueva	80	NTP 900.005. Gestión Ambiental.
	Existente	120	Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de material particulado de fuentes estacionarias.
Dióxido de Azufre (SO_2)	Nueva y existente	500	NTP 900.006. Gestión Ambiental.
		1800	Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de dióxido de azufre en fuentes estacionarias.
Óxidos de Nitrógeno (NO_x)	Nueva y existente	1400	NTP 900.007. Gestión Ambiental. Emisiones atmosféricas. Determinación de emisiones de óxido de nitrógeno en fuentes estacionarias.
Mercurio (Hg)	Nueva y existente	0.1	PA CFR Título 40, Capítulo I, Subcapítulo C, Parte 60. Método 29 del apéndice A-8: Determinación de metales en emisiones desde fuentes estacionarias.

Fuente: MINAM, (2020).

2.2.16. Temperatura.

Es la dimensión del nivel de calor o frío de un objeto o ambiente. (IDEAM, 2018).

2.2.17. Precipitaciones.

Es el descenso de agua líquida o sólida que se genera en las nubes, pasan la atmosfera y logran alcanzar el suelo. La precipitación se puede medir como mililitros o litros de agua por unidad de tiempo. (IDEAM, 2018).

2.2.18. Viento.

Es también llamado el aire que fluye en dirección horizontal, y para determinarlo es importante conocer su dirección y velocidad. Se puede enunciar en metros por segundo (m/s) o kilómetros por hora (km/h). (IDEAM, 2018).

2.3. Definición De Términos Básicos

2.3.1. Recursos naturales

Referido a toda riqueza natural presente en la tierra, que el hombre utiliza para sobrevivir, sumándole un valor agregado. Estos recursos son el aire, minerales, ríos, vegetación, fauna, etc. (MINAM, 2015).

2.3.2. Aire

Capa pequeña que bordea la tierra, compuesta del principal elemento para que el hombre sobreviva como es el oxígeno, además de nitrógeno y otros elementos producto de procesos como el dióxido de carbono. (MINAM, 2015).

2.3.3. Ambiente

Lo constituye la interrelación del agua, aire y suelo, además de todos los organismos vivos presentes en la tierra. (MINAM, 2015).

2.3.4. Contaminación

Emisión de materiales químicos al aire, agua o suelo, que puede causar daños en el ecosistema en la salud de las personas. (MINAM, 2015).

2.3.5. Exposición

Es el nivel y tiempo en el que un contaminante está actuando directamente sobre una persona. A medida que más tiempo el contaminante está en contacto con la persona, los riesgos de causar daños aumentan. (MINAM, 2015).

2.3.6. Impacto ambiental

Actividades generadas por el hombre que generen cambios en el medio físico, biológico y que causan notables daños en el ecosistema. (MINAM, 2015).

2.3.7. Calidad de aire

Indica el grado en el que el medio ambiente satisface las necesidades del hombre y cualquier ser vivo. (MINAM, 2015).

2.3.8. Estándar de calidad de aire

Es un mecanismo de gestión ambiental, en el que su prioridad es determinar si la emisión de contaminantes en el aire, suelo o agua; están generando daños en la salud y el ambiente. (MINAM, 2019).

2.3.9. Emisión de contaminantes

Es la transmisión de sustancias o materiales desde una fuente hacia el medio ambiente. (MINAM, 2015).

2.3.10. Protocolo

Conjunto de procedimientos estandarizados de un determinado estudio, para generar información confiable, que sea comparable y representativa. (MINAM, 2019).

2.3.11. Monitoreo

Es la actividad mediante la cual se recolectan datos representativos para ser evaluados mediante una normativa vigente, en el caso del aire para conocer el nivel de calidad ambiental en la zona de estudio. (MINAM, 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación.

Las operaciones de la Calera Nube Blanca E.I.R.L se ubican en el caserío Apán Alto, distrito de Hualgayoc, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, a 108 km al norte de la ciudad de Cajamarca; donde el Gerente General nos autorizó para poder realizar la investigación en el ámbito de su concesión PEDREGAL. En la siguiente tabla se detalla la ubicación política de la zona de estudio:

Tabla 10. *Ubicación*

Caserío	Apán Alto
Distrito	Hualgayoc
Provincia	Hualgayoc
Región	Cajamarca

Tabla 11. *Coordenadas UTM WGS 84 Petitorio minero PEDREGAL.*

VÉRTICES	NORTE	ESTE
1	9255271.23	769830.00
2	9254817.61	769619.66
3	9255238.28	768712.46
4	9255691.89	768922.79

Fuente: Geocatmin, (2024).

3.2. Accesibilidad

Partiendo desde la ciudad de Cajamarca a través de la carretera longitudinal de la sierra se recorre una distancia de 36 km hasta llegar al cruce de Yanacocha por medio una vía asfaltada, luego hasta llegar al distrito de Hualgayoc se recorre una longitud de 53 km por una vía asfaltada por tramos y finalmente una distancia de 19 km para llegar a la operación a través de una carretera afirmada por tramos:

Tabla 12. *Accesibilidad a la zona de estudio.*

RUTA	DISTANCIA (KM)	ESTADO DE VÍA
Cajamarca-Cruce de Yanacocha	36	Asfaltada
Cruce Yanacocha-Hualgayoc	53	Afirmada por tramos
Hualgayoc-Operación	19	Afirmada por tramos
Total	108	

3.3. Unidades geomorfológicas.

El relieve topográfico de la zona en la cual está incluida el área de estudio correspondiente al cerro paraje PEDREGAL, donde se encuentra el yacimiento minero No Metálico.

Dentro del área predomina principalmente: planicies (0°-8°) y lomadas (8°-20°).

3.3.1. Planicies.

Estos accidentes geográficos se presentan con ligeras ondulaciones en la superficie y ubicadas en ciertas partes de la zona de estudio. La pendiente dominante varía entre de 0° a 8°. Litológicamente está formado por rocas sedimentarias y volcánicas correspondientes principalmente a la Formación Cajamarca.



Foto: 6. Zona de Planicie.

3.3.2. *Lomadas.*

Las lomadas constituyen pendientes que varían de 8° a 20°, principalmente la zona de extracción de Piedra Caliza se ubica en estas unidades geomorfológicas.

Además, en partes colindantes se utilizan a menudo como pastos para el desarrollo de la agricultura en pequeña escala.



Foto: 7. Zona de Lomada.

3.4. Hidrología e Hidrogeología.

3.4.1. Cuenca Hidrográfica.

La zona donde opera la Calera Nube Blanca se sitúa en la cuenca del río Llaucano. Los ríos/quebradas que transcurren dentro o cerca la concesión son el río Arascorgue.

3.4.2. Agua Superficial.

Dentro del área de trabajo, no existe ningún manantial. Las aguas superficiales que discurren por la zona provienen únicamente en los meses de lluvia, que ocurren entre diciembre y abril. Estas aguas, en su mayoría discurren hacia los sumideros o talalanes (dirección Nor Oeste del proyecto) y otra parte discurre hacia el río Arascorgue o Hualgayoc (dirección Sur Este del proyecto), el mismo que aguas abajo es tributario del río Llaucano.

3.4.3. Consumo de Agua Industrial.

En la producción de Óxido de calcio no se utiliza agua, ya que la Caliza es calcinada en hornos y transformada de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Hay una excepción para la cal hidratada donde si se utiliza agua para su transformación, pero es un tipo de cal que no se produce en la planta.

3.4.4. Consumo de Agua Doméstica.

Para el consumo de agua domestica se pertenece a un padrón de la comunidad, donde un ramal abastece al tanque dentro de la planta de producción.

3.4.5. Aguas Subterráneas.

No existen estudios que demuestren la existencia de aguas subterráneas, ni evidencias de su presencia. Sin embargo, cualquier trabajo en curso en la planta de producción no alteraría ni contaminaría las aguas subterráneas en caso de encontrarse indicios de las mismas.

3.5. Geología.

3.5.1. Geología Local.

- **Formación Cajamarca (Ks-Ca).**

En el área de operación de la Calera Nube Blanca E.I.R.L, afloran rocas carbonatadas de origen sedimentario de edad Cretáceo Superior. Presenta la Formación Cajamarca (Ks-Ca), nombre puesto por BENAVIDES (1956), corresponde a una de las series calcáreas del Cretáceo superior que más destaca topográficamente, por su homogeneidad litológica y presencia en bancos gruesos y duros, cuyos afloramientos muestran una topografía kárstica con pendientes marcadas y en varios casos acantilados de paredes inaccesibles. Su espesor varía entre los 600 m. y 700 m. Por lo general se compone de calizas de color gris oscuras o azuladas y macizas, con finas capas de lutitas y margas de los colores mencionados. Dichas calizas tienen un elevado porcentaje de



Foto: 8. Estratificación.

Óxido de Calcio mayor al 80%, razón por la cual es de muy buena calidad para los procesos de neutralización en minería.

- **Mineralización Calcita.**

La calcita encontrada en la formación Cajamarca, consta de un color parduzco, con una dureza aproximada de 3 - 3.5, también se encuentran como relleno de diaclasas en la caliza.

3.6. Clima y Meteorología.

Los agentes climáticos primordiales que determinan el clima de una zona específica son los siguiente: Precipitación, temperatura y velocidad de los vientos. Estos parámetros se derivan de la información histórica de la estación meteorológica seleccionada, ésta es administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Para el análisis y evaluación de las características meteorológicas y clima, se han considerado los registros y datos de la Estación Meteorológica de “BAMBAMARCA GORE”, ubicada en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc y región de Cajamarca con latitud: 06° 40’ 35.58”, longitud 78° 31’ 6.01” y altitud de 2945 msnm, por ser la que se encuentra más próxima a la operación a una distancia aproximada de 18.7 km, alcanzando una temperatura mínima de: 15.7°C, temperatura máxima de: 18.4°C, precipitación mínima de: 0.0 mm, precipitación máxima de: 6.5 mm, velocidad de viento mínima de: 0 m/s, velocidad de viento máxima de: 1.3 m/s durante los días monitoreados.

En función a la evaluación climatológica, los factores más importantes del clima son generalmente la altitud y la latitud, los cuales caracterizan particularmente el clima, el efecto orográfico y las amplias variaciones de temperatura y vientos.

Tabla 13. Datos meteorológicos del mes de octubre 2023 en los días de trabajo.

Fecha	Temperatura (°C)	Precipitaciones (mm)	Velocidad de Viento (m/s)
02/10/2023	18.4	5.1	0.7
04/10/2023	16.5	1	0.7
05/10/2023	16.5	2.2	0.0
10/10/2023	17.0	0	0.0
11/10/2023	18.0	0	0.0
12/10/2023	17.1	0	0.7
18/10/2023	16.0	0	0.7
19/10/2023	16.6	0	0.7
20/10/2023	16.9	6.5	0.7
23/10/2023	16.4	0	0.0
25/10/2023	17.3	3	1.3
27/10/2023	16.0	0.2	0.0
30/10/2023	16.9	0	1.3
31/10/2023	16.4	0	0.7

Fuente: SENAMHI, (2023).

Tabla 14. *Datos meteorológicos del mes de noviembre 2023 en los días de trabajo.*

Fecha	Temperatura (°C)	Precipitaciones (mm)	Velocidad de Viento (m/s)
03/11/2023	16.6	0	0.0
08/11/2023	17.5	0	0.0
09/11/2023	16.7	0	0.0
10/11/2023	18.3	0	1.3
13/11/2023	17.2	0	1.3
15/11/2023	15.8	2.4	0.7
16/11/2023	16.4	0	0.7
20/11/2023	15.7	0	0.7
21/11/2023	16.7	0	0.7
22/11/2023	15.9	0	0.0

Fuente: SENAMHI, (2023).

3.7. Tipo y diseño de investigación.

La investigación fue de tipo cuantitativa de nivel descriptivo y de corte transversal, porque los datos fueron recolectados y evaluados por un determinado periodo de tiempo.

La investigación fue Cuasiexperimental porque se realizó sin la manipulación de variables, solo se observó y se tomó los datos tal como se dan en su contexto natural para luego ser medidas y analizadas (Sampieri et al, 2018).

3.8. Población de estudio.

La población está conformada por toda el área incidencia de la Calera Nube Blanca que desarrolla las actividades de extracción, trituración, calcinación y chancado y molienda, empaquetado y transporte, además de 03 estaciones más en áreas aledañas a la Calera.

3.9. Muestra.

La muestra está conformada por 6 estaciones de monitoreo donde se realizan las actividades de extracción y trituración, calcinación y chancado y molienda, y 3 estaciones en áreas aledañas a la explotación de Piedra Caliza, cuyas estaciones están identificadas con las coordenadas UTM WGS84.

3.10. Unidad de análisis.

Las $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que se emiten de MP_{10} y $\text{PM}_{2,5}$.

3.11. Estaciones de monitoreo.

Se eligió 6 estaciones de monitoreo basándose en la normativa del MINAM (2019), la cual sostiene que para actividades extractivas y productivas se debe establecer como mínimo 2 estaciones de monitoreo, de tal forma se seleccionó 6 puntos de medición descritas en la tabla 16. Dichos puntos se tomaron en cuenta dado que son los lugares donde hay mayor movimiento vehicular, de material y de máquinas como es la chancadora y molino.

Tabla 15. Localización de las áreas de monitoreo.

Nº	Ubicación	Coordenadas (UTM)		Altitud msnm
		Este	Norte	
E01	Extracción y trituración	769057.30	9255475.80	3081.00
E02	Calcinación	768997.39	9255621.81	3072.00
E03	Chancado y Molienda	768914.32	9255618.15	3073.00
E04		769136.00	9255549.00	3062.00
E05		769058.51	9255636.58	3051.00
E06		768901.14	9255584.06	3051.00



Foto: 9. Estación de monitoreo en Extracción y Trituración de Piedra Caliza.



Foto: 10. Estación de monitoreo de Calcinación de Piedra Caliza.



Foto: 11. Estación de monitoreo en Chancado y Molienda de Cal.



Foto: 12. Estación de monitoreo E-04.



Foto: 13. Estación de monitoreo E-05.



Foto: 14. Estación de monitoreo E-06.

3.12. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.12.1. Técnica

a. Observación

A través de esta técnica se pudo evidenciar las zonas de origen de Material Particulado en las instalaciones de la calera Nube Blanca.

3.12.2. Instrumento

Se utilizó el equipo Contador de Partículas HANDHELD 3016 AQ para la recolección de datos de $PM_{2.5}$ y PM_{10} y tablas en hojas de cálculo para un mejor análisis de información.



Foto: 15. Equipo Contador de Partículas HANDHELD 3016 AQ.

3.12.3. Procedimiento

a. Identificación del área de estudio

Se realizó un recorrido por el área de estudio con la finalidad de elaborar un mapa de georreferenciación del área de investigación.

b. Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo se realizó siguiendo lo sugerido por el MINAM (2019), fue cada hora, con registro de información cada 5 minutos y una vez a la semana, de manera que se tuvo monitoreos todos los días de la semana, por un periodo de dos meses.

Se realizó un muestreo continuo durante las horas de trabajo de la planta de producción, específicamente de 8:00 am a 5:00 pm.

c. Instalación del equipo

Para el monitoreo se utilizó el equipo HANDHELD 3016AQ. Este equipo utiliza la dispersión de la luz para contabilizar las partículas suspendidas en el aire de acuerdo a su tamaño, dichas partículas las contabiliza en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Se estacionó el equipo en cada uno de los puntos de monitoreo, de acuerdo a lo sugerido por el MINAM, donde manifiesta que cada estación debe estar ubicada a mínimo 10 metros a la redonda de la fuente de emisión de partículas, además el equipo debe estar alejado de interferencias u obstáculos, para obtener datos confiables.



Foto: 16. Instalación y Configuración del Equipo.

d. Medición de material particulado

Se inicia a medir los datos de Material Particulado, luego de definir los días de muestreo y en horario de trabajo de la calera, de 8 a.m. a 5 p.m., para obtener datos relevantes a la industria.

e. *Análisis de datos*

Los datos fueron ingresados en una hoja de cálculo Excel, donde se calculó suma, promedio y estadísticos descriptivos que fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) y los resultados fueron presentados en gráficos de barras y en tablas de resumen para facilitar su interpretación.

3.13. Equipos y materiales

3.13.1. Equipos

- **Contador de partículas**

Para el monitoreo se utilizó el equipo HANDHELD 3016AQ con flujo de 0, 1 CFM, el cual es un contador de partículas dispersas en el aire, dicho equipo está debidamente calibrado y certificado. Se adjunta certificado de calibración (Anexo).

- **GPS:** Para georreferenciar cada estación de monitoreo.
- **Cámara fotográfica:** Se usó la cámara de celular de 48 mpx, para evidenciar mediante fotografías la realización de la investigación.

3.13.2. Materiales

- Modelo digital de elevaciones. (Escala: 1:10000)
- Plano de ubicación (Escala: 1:15000)
- Plano geológico. (Escala: 1:10000)
- Trípode para estacionar el equipo contador de partículas HANDHELD 3016 AQ.
- Conos de seguridad, para delimitar y advertir al personal que se está realizando trabajos de monitoreo de aire.
- Laptop HP CORE I7.
- EPP como zapatos de seguridad, casco de seguridad, chaleco con cintas reflectivas.
- Útiles de escritorio como cuaderno, lapicero, lápiz, borrador.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados que se exponen en esta parte del trabajo de investigación, son representados en relación a los objetivos planteados, cabe resaltar que el monitoreo ha sido realizado bajo supervisión y equipos de la empresa INGECONSULT & LAB E.I.R.L. Para ello se instaló el equipo correspondiente en cada punto de monitoreo para recolectar datos y evaluar las partículas de $PM_{2.5}$ y PM_{10} que son emitidas por las labores de la Calera Nube Blanca E.I.R.L como son la extracción de la piedra caliza en cantera, la calcinación de la misma en hornos, chancado y molienda de la cal, para posteriormente ser comercializado a los diversos clientes de la organización. Producto de estas fases de producción de Óxido de Calcio es que se emite el Material Particulado, principalmente en el traslado de piedra caliza a hornos de calcinación, descarga de cal de los hornos, traslado de cal granulada hacia chancadora y molino, que a su vez se ve influenciado por factores climáticos como las precipitaciones, viento y temperatura, los cuales han sido obtenidos de la estación meteorológica BAMBAMARCA, solicitando a SENAMHI. Los niveles de concentración de Material Particulado fueron registrados cada 5 minutos, para luego promediarlos cada una hora y también por todo el periodo de monitoreo de las 8 horas de trabajo en la empresa, para poder comparar con las demás estaciones de monitoreo en las 8 semanas de medición, para posteriormente contrastar dichos resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP).

A continuación, se muestran los promedios de Material Particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} durante las 8 horas de trabajo entre los meses de octubre y noviembre del 2023.

Tabla 16. Promedio de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en los 6 puntos de monitoreo.

PROMEDIO DE CONCENTRACIONES DE PM_{10} Y $PM_{2.5}$ EN LAS 3 ESTACIONES DE MONITOREO																
ESTACIÓN DE MONITOREO	Semana 01		Semana 02		Semana 03		Semana 04		Semana 05		Semana 06		Semana 07		Semana 08	
	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}
EXTRACCIÓN	5.27	8.85	4.32	8.39	4.87	9.42	5.48	10.34	5.72	9.97	5.61	9.27	5.99	9.62	6.19	9.96
CALCINACIÓN	10.14	17.16	5.54	9.23	6.41	10.65	7.33	12.32	7.2	13.9	6.72	11.71	6.67	10.05	7.32	11.1
CHANCADO Y MOLIENDA	5.62	10.94	3.74	6.14	5.33	7.17	6.06	8.41	6.03	8.55	5.99	7.82	6.69	8.56	6.48	7.7
E04	2.45	4.89	2.90	3.99	2.46	4.17	2.47	4.49	2.46	4.63	0.66	2.45	4.01	6.64	3.96	7.14
E05	2.93	5.01	2.54	6.41	4.08	5.69	3.93	7.15	3.54	6.28	2.58	4.61	2.74	5.17	4.07	5.89
E06	1.49	4.50	2.54	5.17	3.85	5.66	2.45	6.50	2.06	4.09	2.53	5.39	3.53	5.61	2.49	6.01

4.1.1. Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación de Extracción y Trituración de Piedra Caliza durante 8 horas.

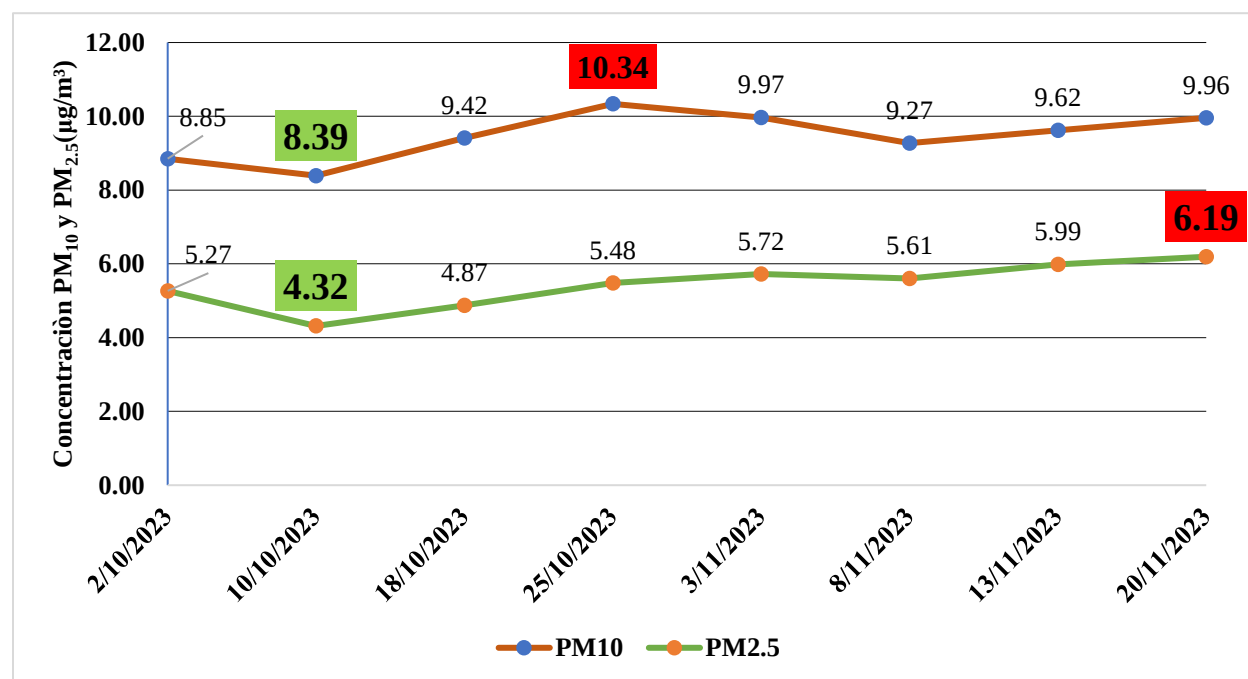


Figura. 1 Concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ en la Estación de Extracción y Trituración.

Conforme a los resultados obtenidos de la Estación de Monitoreo de Extracción y Trituración de Piedra Caliza, y representados en la tabla 17 – figura 1, se evidencia que el promedio mínimo de concentración de PM_{2.5} en 08 horas de medición es de 4.32 µg/m³, el cual pertenece al día 10 de octubre del 2023. Este nivel de concentración se produjo ya que la máquina retroexcavadora estaba en mantenimiento hasta horas de la tarde, y no hubo mucho tránsito vehicular en cantera, ya que según la OMS la mayor fuente de emisión de PM_{2.5} es generada por fuentes de combustión, además de acuerdo con SENAMHI, en este día la temperatura solo llegó a 17°C, sin vientos intensos ni precipitaciones; por lo tanto, los niveles de estas variables meteorológicas contribuyen a que no se expanda la concentración de PM_{2.5} en el aire. Con relación al máximo promedio de PM_{2.5}, se obtuvo el día 20 de noviembre del 2023 marcando un nivel de 6.19 µg/m³ producido porque se observó un mayor desplazamiento de la retroexcavadora, la cual es el equipo principal en trasladar la piedra caliza hacia los hornos de calcinación, además según SENAMHI, se muestra un ligero aumento de la velocidad del viento llegan a un promedio de 0.7 m/s, mas no hubo precipitaciones ni aumento considerable de la temperatura. Conocidos los niveles máximos y mínimos de PM_{2.5}, se puede afirmar que estos no superan los Estándares de

Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

Del mismo modo, en función a los resultados de PM₁₀, en la Estación de Monitoreo de Extracción y Trituración de Piedra Caliza, se observa que el día 10 de octubre del 2023 se obtuvo el promedio mínimo de concentración, alcanzando un nivel de 8.39 µg/m³, en consecuencia de que la máquina retroexcavadora no estaba en funcionamiento la mayor parte del día, y no se generó mucho Material Particulado producto de la extracción y posterior trituración ya que no hubo mucha cantidad de Piedra Caliza para triturar. Así mismo según SENAMHI, la temperatura media fue de 17°C y no se produjeron vientos intensos ni precipitaciones, por lo cual ayuda a que la mínima concentración de PM no se propague. Por otro lado, el promedio máximo de PM₁₀ en dicha estación fue de 10.34 µg/m³ en el día 25 de octubre del 2023, esta ligera alza de la concentración se obtuvo a causa de que se estuvo trabajando con la perforadora y retroexcavadora desde inicio del día, juntamente con un camión para el transporte de desmonte, lo que generó una mayor propagación de Material Particulado, además según SENAMHI, la temperatura aumento a 17.3 °C y una intensidad de vientos de 1.3 m/s, lo que ayudó a que la concentración de PM₁₀ tenga un pequeño aumento. Ambos resultados de PM₁₀ no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

4.1.2. Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación de Calcinación de Piedra Caliza durante 8 horas.

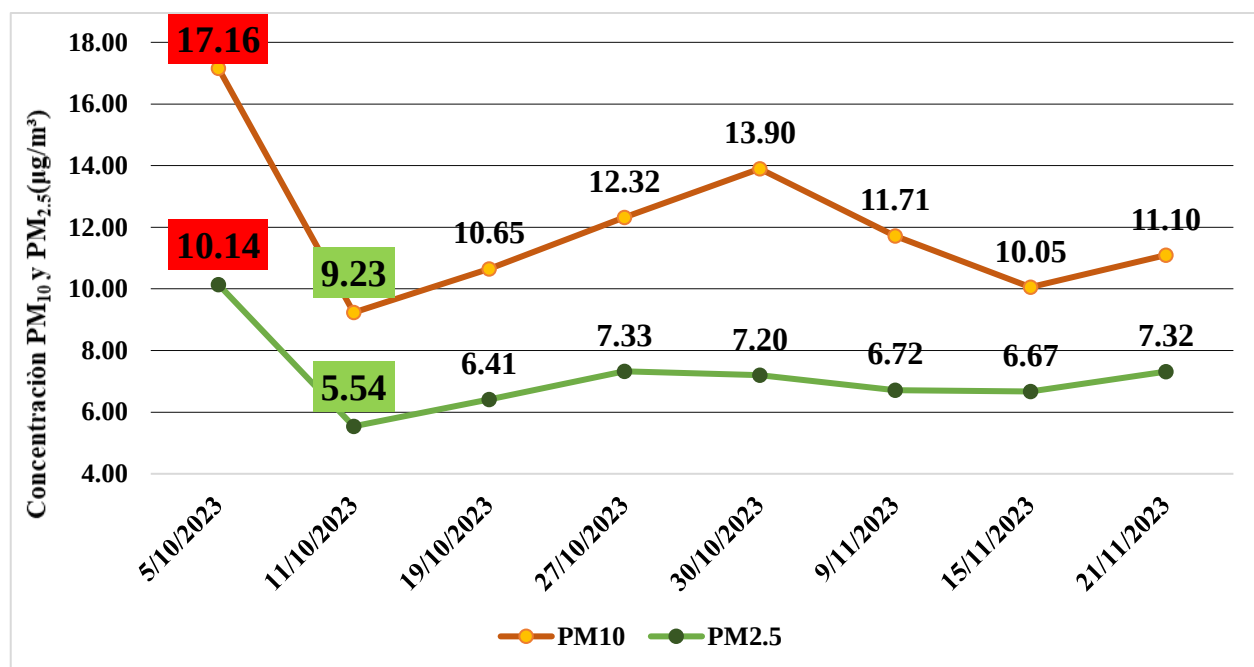


Figura. 2 Concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ en la Estación de Calcinación de Piedra Caliza.

La tabla 17 – figura 2 muestra los resultados obtenidos de la Estación de Monitoreo de Calcinación, en la cual se observa que el promedio mínimo de concentración de PM_{2.5} fue de 5.54 µg/m³ en el día 11 de octubre del 2023, dicho valor se obtuvo porque el camión que transporta la cal hacia el silo de la chancadora solo se utilizó en horas de la tarde, ya que se había descargado la cal de los hornos cerca del mediodía, también de acuerdo con SENAMHI la temperatura alcanzó una media de 18°C, con mínima intensidad de vientos, lo que provoca que no aumente considerablemente la concentración de Material Particulado. El promedio máximo de PM_{2.5} se registró en el día 05 de octubre del 2023 con una media de 10.14 µg/m³, ya que se descargó cal de los dos hornos al mismo tiempo; por lo que hubo mayor trabajo en el transporte de cal hacia la chancadora; así mismo, según SENAMHI evidencia que hubo una temperatura normal de 16.5°C, con baja intensidad de vientos y precipitaciones; por consiguiente, no provoca que haya cambio significativo en el aumento de concentraciones de Material Particulado. Por lo tanto, los niveles máximos como mínimos de concentraciones de PM_{2.5} no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

En relación al MP_{10} , se comprobó que el día 11 de octubre del 2023 se obtuvo el promedio mínimo de concentraciones, dicho valor fue de $9.23 \mu g/m^3$, esto se debe a que se descargó la cal, minutos antes del mediodía, provocando que no se genere mucho material particulado, además, según lo que indica SENAMHI, hubo una temperatura de $18^{\circ}C$, sin precipitaciones y baja intensidad de vientos, por lo cual no genera tanta variación en la propagación de Material Particulado en el aire. Por otro lado, el promedio máximo de PM_{10} , se identificó en el día 05 de octubre del 2023, ya que como se mencionó anteriormente, en este día se descargaron los dos hornos al mismo tiempo, a tempranas horas, lo que generó un aumento en los valores de PM_{10} . De acuerdo con SENAMHI no hubo cambios significativos en los factores climáticos, por lo que no tuvo tanta incidencia en la variación de concentraciones de Material Particulado. En consecuencia, estos niveles de concentraciones de PM_{10} no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020- MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

4.1.3. Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación de Chancado y Molienda de Cal durante 8 horas.

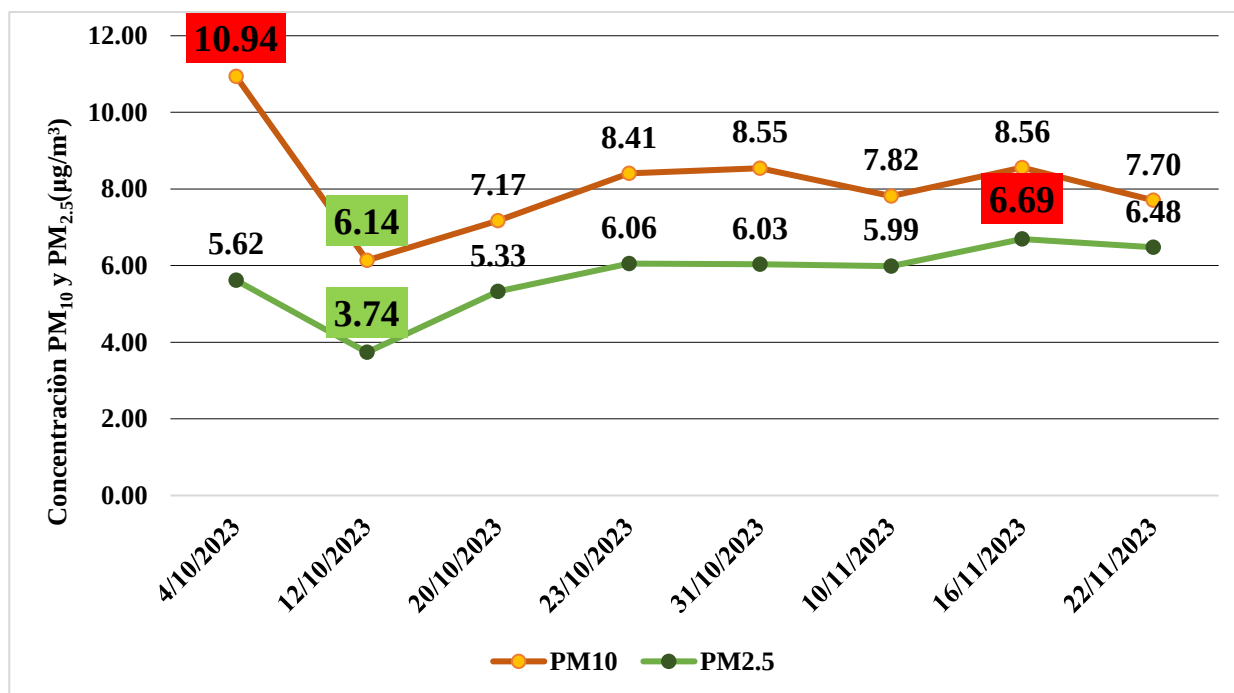


Figura. 3 Concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ en la Estación de Chancado y Molienda de Cal.

La tabla 17 y la figura 3 muestran los resultados obtenidos en la Estación de Monitoreo de Chancado y Molienda de Cal, las mismas que evidencian el nivel mínimo de PM_{2.5} de 3.74 µg/m³ correspondiente al día 12 de octubre, dicho valor se obtuvo a causa de que este día no se estuvo operando la chancadora ni el molino, ya que se tenía cal en stock, así mismo según SENAMHI no se produjeron cambios significativos en los factores climáticos, por lo que no se generó mucha concentración de Material Particulado. A su vez, el valor máximo de PM_{2.5} se ubica en el día 16 de noviembre del 2023 con un valor de 6.69 µg/m³, dado que en este día se estuvo utilizando el molino en horas de la tarde; de igual manera SENAMHI no reporta aumento o disminución significativo en los valores de temperatura, precipitaciones y viento, por esto no hubo un gran aumento concentración de Material Particulado. De acuerdo a los resultados mostrados, se concluye que estos valores no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

De acuerdo a los valores obtenidos de PM_{10} , el valor mínimo se observa en el día 12 de octubre del 2023, con un valor de $6.14 \mu g/m^3$, este valor promedio se debe a que no se estuvo operando la chancadora ni el molino, a causa de que como se mencionó anteriormente, se tenía cal en stock para cargar, así mismo según SENAMHI hubo una temperatura de $17.1^\circ C$ y una mínima intensidad de vientos, por lo que no interviene de gran manera a la propagación de Material Particulado. Por otro lado, el promedio máximo de PM_{10} se generó en el día 04 de octubre del 2023 con una media de $10.94 \mu g/m^3$, a causa de que este día se estuvo trabajando todo el día con chancadora y molino, además al mismo tiempo el camión transportaba la cal chancada hacia el silo del molino; en relación a los datos de SENAMHI hubo variación mínima en los niveles de factores climáticos, pero no incidieron en que aumente más el nivel de Material Particulado en el aire. Por lo tanto, los niveles de concentración de MP_{10} en la estación de Chancado y Molienda de Cal no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

4.1.4. Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación E-04 durante 8 horas.

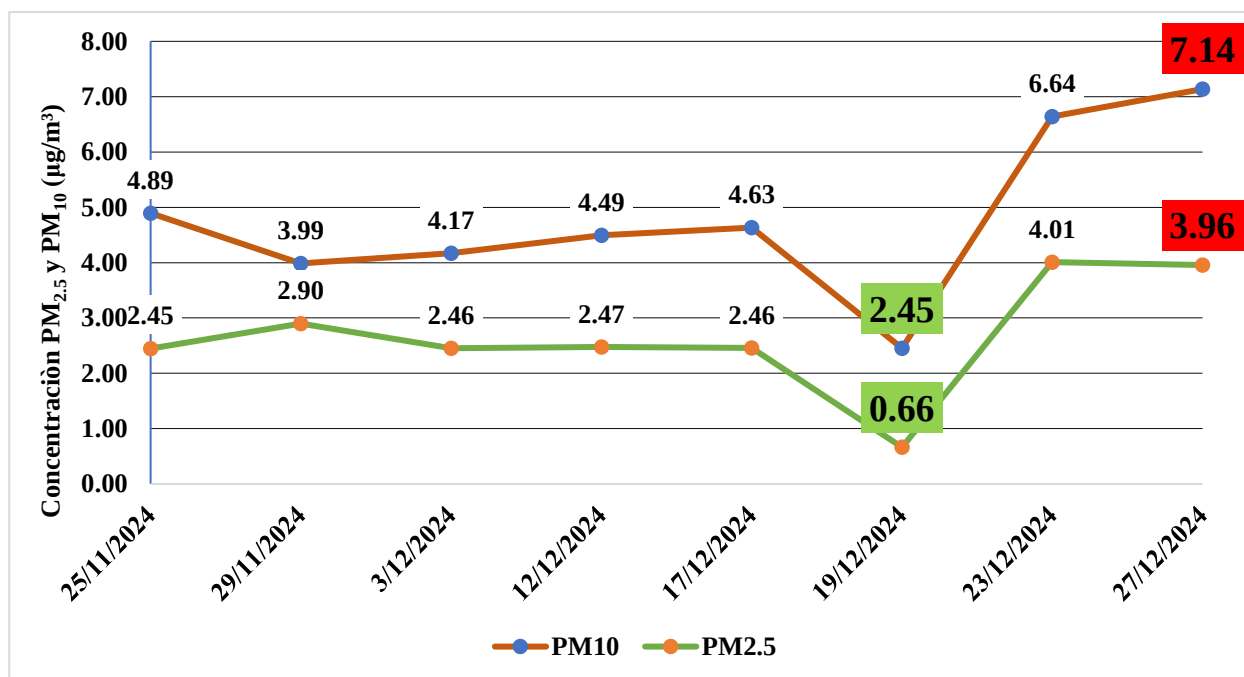


Figura. 4 Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación E-04 durante 8 horas.

La tabla 17 y la figura 4 muestran los resultados obtenidos en la Estación de Monitoreo E-04, las mismas que evidencian el nivel mínimo de PM_{2.5} de 0.66 µg/m³ correspondiente al día 19 de diciembre del 2024. A su vez, el valor máximo de PM_{2.5} se ubica en el día 27 de diciembre del 2024 con un valor de 3.96 µg/m³. De acuerdo a los resultados mostrados, se concluye que estos valores no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

De acuerdo a los valores obtenidos de PM₁₀, el valor mínimo se observa en el día 19 de diciembre del 2023, con un valor de 2.45 µg/m³. Por otro lado, el promedio máximo de PM₁₀ se generó en el día 27 de diciembre del 2023 con una media de 7.14 µg/m³. Por lo tanto, los niveles de concentración de MP₁₀ en la estación E-04 no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

4.1.5. Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación E-05 durante 8 horas.

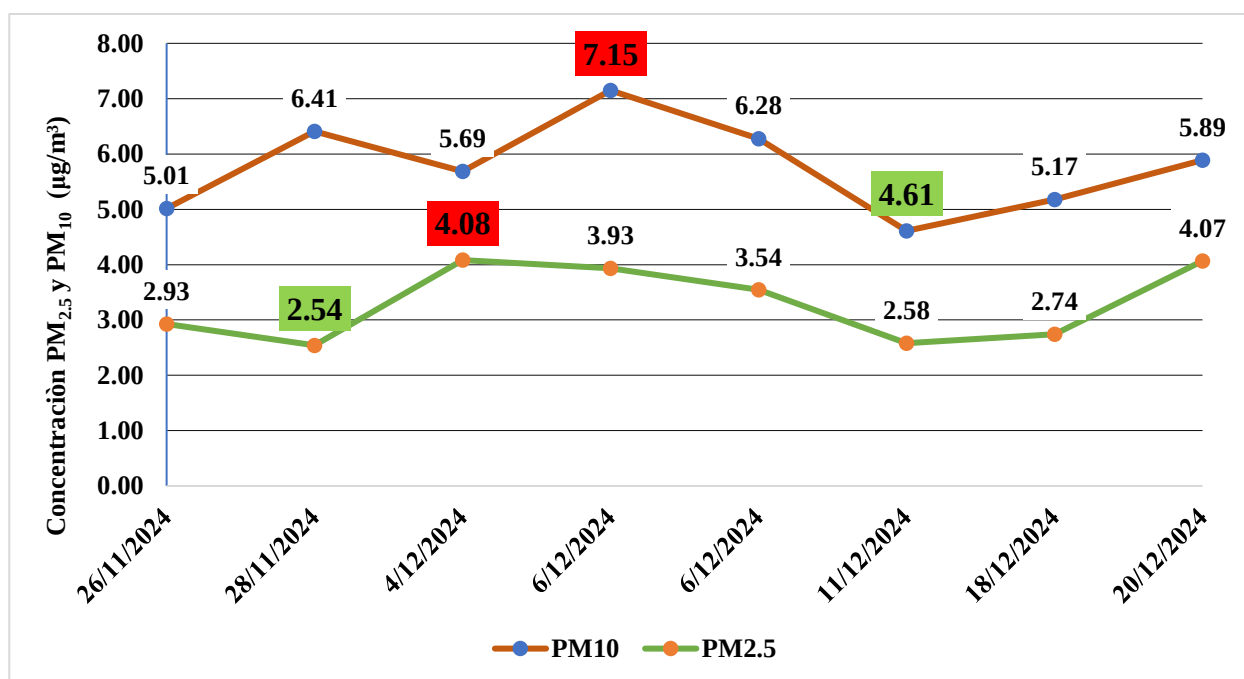


Figura. 5 Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación E-05 durante 8 horas.

La tabla 17 y la figura 5 muestran los resultados obtenidos en la Estación de Monitoreo E-05, las mismas que evidencian el nivel mínimo de PM_{2.5} de 2.54 µg/m³ correspondiente al día 28 de noviembre del 2024. A su vez, el valor máximo de PM_{2.5} se ubica en el día 04 de diciembre del 2024 con un valor de 4.08 µg/m³. De acuerdo a los resultados mostrados, se concluye que estos valores no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

De acuerdo a los valores obtenidos de PM₁₀, el valor mínimo se observa en el día 11 de diciembre del 2023, con un valor de 4.61 µg/m³. Por otro lado, el promedio máximo de PM₁₀ se generó en el día 06 de diciembre del 2023 con una media de 7.15 µg/m³. Por lo tanto, los niveles de concentración de MP₁₀ en la estación E-05 no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

4.1.6. Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación E-06 durante 8 horas.

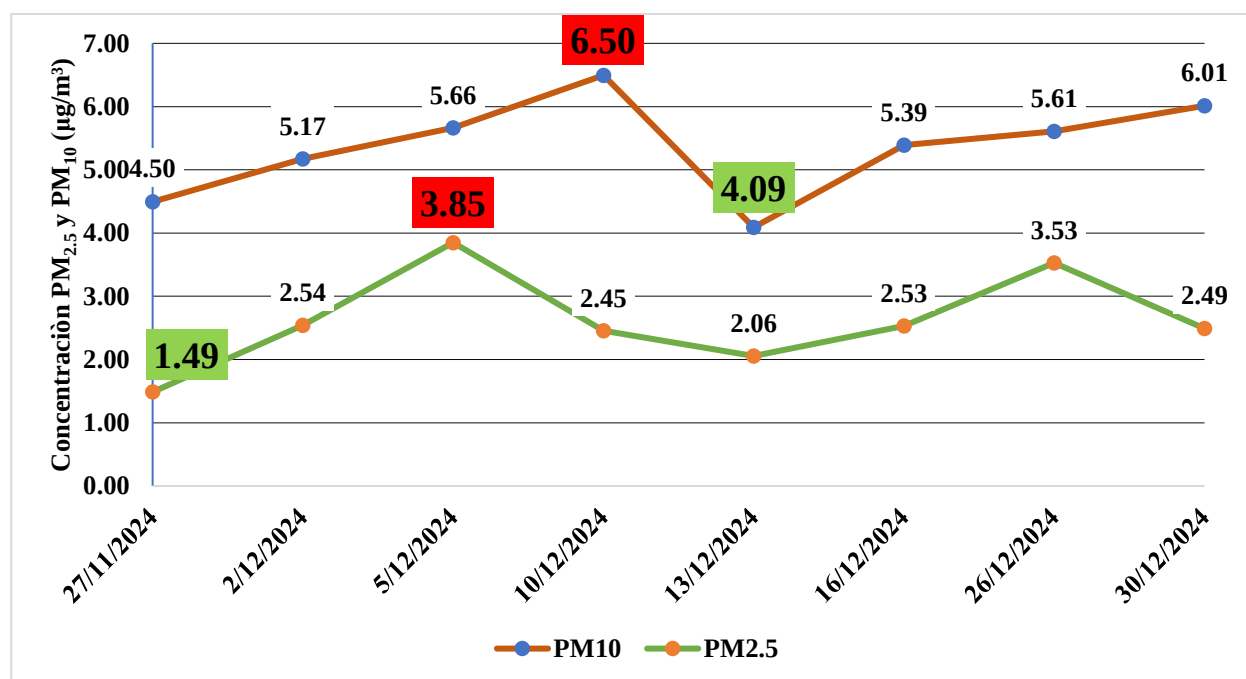


Figura. 6 Concentración de PM_{2.5} y PM₁₀ en la estación E-06 durante 8 horas.

La tabla 17 y la figura 6 muestran los resultados obtenidos en la Estación de Monitoreo E-06, las mismas que evidencian el nivel mínimo de PM_{2.5} de 1.49 µg/m³ correspondiente al día 27 de noviembre del 2024. A su vez, el valor máximo de PM_{2.5} se ubica en el día 05 de diciembre del 2024 con un valor de 3.85 µg/m³. De acuerdo a los resultados mostrados, se concluye que estos valores no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

De acuerdo a los valores obtenidos de PM₁₀, el valor mínimo se observa en el día 13 de diciembre del 2023, con un valor de 4.09 µg/m³. Por otro lado, el promedio máximo de PM₁₀ se generó en el día 10 de diciembre del 2023 con una media de 6.50 µg/m³. Por lo tanto, los niveles de concentración de MP₁₀ en la estación E-06 no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS.

4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados expuestos anteriormente se puede afirmar que las concentraciones de material particulado emitidas por las actividades de producción de la empresa calera NUBE BLANCA E.I.R.L no sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP), ni lo estándares propuestos por la OMS. Además, los factores climáticos de Temperatura, Precipitaciones y Velocidad de Viento en los días de monitoreo, a valores normales de temperatura de una media de 16.8°C, precipitaciones de 0.9 mm y velocidad de vientos con promedio de 0.5 m/s no hacen variar significativamente los niveles de concentración de PM_{2.5} y PM₁₀, llegando a la conclusión también que la mayor cantidad de PM_{2.5} y PM₁₀ se genera principalmente en las actividades de Calcinación de la Piedra Caliza, específicamente en la descarga de hornos, ya que al quemar la piedra caliza se trata de un material con partículas finas que al friccionar o chocar con el piso al momento de la descarga de hornos, se emite Material Particulado.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se realizó el monitoreo de Material Particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} utilizando el equipo contador de partículas HANDHELD 3016, bajo la autorización de la empresa calera NUBE BLANCA E.I.R.L, así mismo se tuvo el asesoramiento y supervisión de la empresa INGECONSULT & LAB S.R.L para cumplir con la normativa vigente en monitoreos de aire.

Los valores meteorológicos solicitados a SENAMHI de Temperatura, Precipitaciones y Velocidad de Viento en los días de monitoreo, evidencian que a valores normales de temperatura con una media de $16.8^{\circ}C$, precipitaciones de 0.9 mm y velocidad de vientos con promedio de 0.5 m/s; estos no hacen variar significativamente los niveles de concentración de $PM_{2.5}$ Y PM_{10} .

Los valores de concentraciones de Material Particulado obtenidos en la Estación de Monitoreo de Extracción y Trituración de Piedra Caliza fueron: $PM_{2.5}$ mínimo de $4.32 \mu g/m^3$; $PM_{2.5}$ máximo de $6.19 \mu g/m^3$; PM_{10} mínimo de $8.39 \mu g/m^3$; PM_{10} máximo de $10.34 \mu g/m^3$.

Los valores de concentraciones de Material Particulado obtenidos en la Estación de Monitoreo de Calcinación de Piedra Caliza fueron: $PM_{2.5}$ mínimo de $5.54 \mu g/m^3$; $PM_{2.5}$ máximo de $10.14 \mu g/m^3$; PM_{10} mínimo de $9.23 \mu g/m^3$; PM_{10} máximo de $17.16 \mu g/m^3$.

Los valores de concentraciones de Material Particulado obtenidos en la Estación de Monitoreo de Chancado y Molienda de Cal fueron: $PM_{2.5}$ mínimo de $3.74 \mu g/m^3$; $PM_{2.5}$ máximo de $6.69 \mu g/m^3$; PM_{10} mínimo de $6.14 \mu g/m^3$; PM_{10} máximo de $10.94 \mu g/m^3$.

Los niveles de concentración tanto máximos como mínimos obtenidos de las tres estaciones de monitoreo en la empresa calera NUBE BLANCA E.I.R.L, así como en los puntos aledaños a la operación no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de $PM_{2.5}$: $50 \mu g/m^3$; PM_{10} : $100 \mu g/m^3$ según DS N° 003-2017- MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) de PM: $80 \mu g/m^3$ según DS N° 001-2020-MINAM, ni los niveles máximos establecidos por la OMS de $PM_{2.5}$: $25 \mu g/m^3$; PM_{10} : $50 \mu g/m^3$.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa realizar este tipo de monitoreo semestralmente; para asegurar el correcto cuidado de la salud de las personas y medio ambiente. (DIGESA, 2005).
- Se recomienda realizar monitoreos cuando aumente la capacidad de producción, para tener un control de los niveles máximos y poder mitigarlos si fuera el caso que sobrepasen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o Límites Máximos Permisibles (LMP).
- Como medida de mitigación de material particulado se recomienda instalar aspersores o regadío de agua con cisterna, en las vías de mayor desplazamiento de equipos. (Terrazas, 2023.); así mismo, en la zona de chancado y molienda se recomienda la instalación de un precipitador de polvo en el caso que los niveles de concentración de Material Particulado sobrepasen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) (Carhuapoma, 2015).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección ambiental de Estados Unidos. (2023). Efectos del Material Particulado sobre la Salud y el Medio Ambiente. USA. <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>.
- Alva, D. (2018). Concentración de material particulado, monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en la planta de producción de Óxido de Calcio Puylucana, Cajamarca 2018. . Cajamarca.
- Arena, J. (2017). Determinación del material particulado pm10 y pm 2.5, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en el Distrito Yura–Arequipa. Arenas Pacheco, J. (2017). Determinación del material particulado pm10 y pm 2.5, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en el Distrito Yura–Arequipa. [Tesis Pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa] <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5311>
- Bautista, Y. P., & Mendoza, M. A. (2015). Estrategias de desarrollo para la empresa Cal del Centro SAC. Lima.
- Canales et al. (2014). Las Partículas Respirables PM10 y su Composición Química en la Zona Urbana y Rural de Mexicali, Baja California en México. México.
- Carhuapoma, K. (2015). Propuesta de implementación de un sistema de mitigación de polvo en el proceso de chancado de mineral de la planta chancadora de SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A. Arequipa. Perú.
- Contreras, A, et al. (2013). Calidad del aire: una práctica de vida. Mexico: Sernarnat.
- Cruzado, G. (2011). Estudio de Geología. Cajamarca. Perú.
- Dávalos, A. G. (2018). Contaminación del ecosistema terrestre por material particulado y relaves de plantas procesadoras de la pequeña minería en Nasca. Ica.
- DIGESA. (2005). Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos. Lima.
- Duran, J. C., & Mendoza Murillo, R. (2017). Influencia de la sílice en el proceso de calcinación para reducir el contenido de requemado en el óxido de calcio. Arequipa.
- Ecología, I. N. (2017). Principios de medición de Calidad del aire. Mexico.

- EPA. (14 de Julio de 2022). Agencia De Proteccion Ambiental De Estados Unidos. Obtenido de Agencia De Proteccion Ambiental De Estados Unidos: <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>
- García, E. (2016). Evaluación de la Situación Actual del Sistema de Ventilación y Propuesta para su Optimización en Mina Subterránea Carbonífera Mi Grimaldina I - Cajamarca - 2016. [Tesis pregrado, Universidad Privada del Norte] <https://hdl.handle.net/11537/7582>
- Guerra, M. (2021). Distribución Espacial Vertical de Material Particulado (PM2.5 y PM10) en el Morro de Calzada. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto] URI: <http://hdl.handle.net/11458/3970>
- Sampieri, R., et al. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- IDEAM. (2018). Ficha de variables meteorológicas. Colombia
- INGEMMET. (2020). Estudio de recursos de rocas y minerales industriales para la inclusión económica social y desarrollo en la región Cajamarca. Lima. Perú.
- Jerves, R., & Armijos, F. (2016). Análisis y revisión de la red de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Cuenca, Ecuador. La Granja, 23(1), 25-35. <https://www.redalyc.org/journal/4760/476051461003/476051461003.pdf>
- Locon, O. R., & Saldaña, L. R. (2021). Análisis de las concentraciones de PM2.5, PM10, CO, SO2, NO2 y ruido comparándolo con los límites máximos permisibles, en calera Juan de Dios I. [Tesis pregrado, Universidad Privada del Norte] <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28998>
- López, R. J. (2018). Determinación de interacciones del flujo de aire y la contaminación por material particulado en zona minera a cielo abierto en el departamento de la Guajira, (Colombia) a través de función de probabilidad condicional. Colombia.
- MEM. (2017). Anuario minero. Lima.
- MINAM. (2017). Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y establecen disposiciones complementarias. Lima.
- MINAM. (2019). Protocolo Nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire. Lima.

- MINAM. (2020). Aprueban límites máximos permisibles para emisiones atmosféricas de plantas industriales de fabricación de cemento y/o cal. Lima.
- Ocon, V. (21 de 07 de 2022). Proceso de producción de óxido de calcio. (K. Y. Gonzalez Rubio, Entrevistador)
- OEFA. (2016). Guía para la Fiscalización Ambiental a la Pequeña Minería y Minería Artesanal. Lima.
- OMS. (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Suiza.
- PCM. (2001). Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del aire. Lima.
- Páez, P, et al. (2017). Estudio de calidad del aire en canteras a cielo abierto en General Roca, Argentina. Boletín Geográfico, (39), 53-71.
<https://revela.uncoma.edu.ar/index.php/geografia/article/view/1758/1905>
- Pinto, R. J. (2018). Determinación del material particulado (PM10 y PM2. 5) y metales en la construcción de la carretera DV. Papujune Camino Principal tramo II en la Ciudad de Mariscal Nieto Moquegua. [Tesis pregrado, Universidad Nacional San Agustín]
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6247>
- Rumbo Minero. (2021). Minería No Metálica: Producción de Piedras y Arcillas. Lima Recuperado de : <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/mineria-no-metalica-produccion-de-arcillas-y-piedra-construccion-fueron-las-que-mas-crecieron-en-mayo/>.
- Suarez, L & Alvarez, D. (2017). Caracterización Química del Material Particulado Atmosférico del Centro Urbano de Huancayo. Huancayo.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S181034X2017000200005&script=sci_arttext
- Terrazas, M. (2023). Mitigación del material particulado polvo en el tramo 9 tajo Ferrobamba U.M. Las Bambas – Apurímac – 2021. Apurímac. Perú.
- Ticona, K & Gonzales, S. (2016). Evaluación de la influencia de la granulometría de piedra caliza, concentración de carbonato de calcio, tiempo de residencia y temperatura de calcinación para mejorar el rendimiento en la obtención del óxido de calcio (cal viva). [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2403>

- Valbuena, D. C., & Díaz, Y. G. (2019). Lineamientos de la medición de la calidad del aire en cuanto Material Particulado (PM10) y su implementación en programas de seguimiento y monitoreo [Tesis pregrado, Universidad Antonio Narino] http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4916/1/2021_
- Valencia, R. et al. (2019). Monitoreo de Material Particulado (pm10) en la Calidad de Aire en 2 Puntos Críticos de la Provincia de Ilo-2017. SINCRETISMO, 1(1), 69-78. <http://www.revistas.unam.edu.pe/index.php/sincretismo/article/view/17/13>
- Viera, J. F. (2019). Evaluación de la Concentración de Material Particulado pm10 y pm2. 5 en la Parroquia Eloy Alfaro de la Provincia de Cotopaxi en el periodo 2019 [Tesis pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi] <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6069/6/PC-000731.pdf>
- Viena, A. (2018). Determinación de la Concentración de Material Particulado Respirable, Influenciado por el Tránsito Vehicular, en la Carretera Calzada. Soritor.
- Vilca, D. (2019). Estudio de la Influencia de la Pureza de la Caliza, Tamaño de Partícula y Temperatura para Obtener Óxido de Calcio de Alta Reactividad Mediante un Diseño Experimental 2^k. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9206>
- Villela, D., & Castillo, E. (2017). Potencial de la turba en la minería no metálica en Chile. <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Informe%20Turba%20VF.pdf>
- Weitzenfeld, H. (1992). Contaminación Atmosférica y Salud en América Latina. En H. Weitzenfeld, Contaminación Atmosférica en Latinoamérica (págs. 97-109). Mexico.
- Zavala, J. J. (2020). Determinación de Material Particulado PM10 y PM2.5, producto de la explotación de canteras en el sector San Rafael de la ciudad de Latacunga. Latacunga.

ANEXOS

ANEXO 1. Certificado de calibración de equipo utilizado para el monitoreo (HANDHELD 3016AQ)

 LIGHTHOUSE WORLDWIDE SOLUTIONS Technology. For. Quality.	REPORT OF CALIBRATION	Manufacturer's Calibration Certificate
---	------------------------------	---

Model: H3016 IQ Serial Number: 130144015 Sensor ID: 130102-045 TRH Probe: 126257	LWS Location: 1221 Disk Drive, Medford OR 97501
---	--

This certifies the above named instrument conforms to the original specifications in effect at date of manufacture and test.

Calibration has been accomplished by comparison with standards maintained by LIGHTHOUSE WORLDWIDE SOLUTIONS and the size calibration is accomplished in accordance with the ISO 21501-4 standard. The accuracy and stability of standards maintained by LIGHTHOUSE WORLDWIDE SOLUTIONS are traceable to the National Institute of Standards and Technology, or have been derived from acceptable values of natural physical constants. A record of all work performed is maintained by LIGHTHOUSE WORLDWIDE SOLUTIONS, INC.

The combined standard uncertainty of the size calibration for the above instrument is: **2.5%**
 The combined standard uncertainty of the size calibration is calculated using Root Sum Square method (RSS).

Test Equipment:

Flow Meter:	119494
DMM:	22520443
MCA:	2207
TRH STD 2:	0073
GOLD:	111244010

Calibration was performed under the following controlled conditions:

Temperature:	73.4 °F	Relative Humidity:	35.0 %	Flow Rate:	0.100 CFM
UUT:	73.3 °F	UUT:	35.1 %		

Threshold Voltage Settings:

Particle Size:	0.30 µm	Lot #	39644	Channel 1 Threshold Voltage:	45 mV
Particle Size:	0.50 µm	Lot #	40270	Channel 2 Threshold Voltage:	340 mV
Particle Size:	1.00 µm	Lot #	40060	Channel 3 Threshold Voltage:	890 mV
Particle Size:	2.50 µm	Lot #	39697	Channel 4 Threshold Voltage:	1490 mV
Particle Size:	5.00 µm	Lot #	403421	Channel 5 Threshold Voltage:	3188 mV
Particle Size:	10.00 µm	Lot #	40284	Channel 6 Threshold Voltage:	3788 mV

Signature: _____

Quality Assurance

LIGHTHOUSE WORLDWIDE SOLUTIONS
 472340905-1 R818 47300 Kato Road, Fremont, CA 94538 (510) 439-0501 / (510) 438-3340 fax

ANEXO 2. Autorización de la empresa.



*Producción y comercialización de cal
viva y derivados*



Cajamarca, 04 de setiembre del 2023

CARTA N° 001-2023

Señor: Kristhian Yury Gonzalez Rubio
Ex. Alumno de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad
Nacional de Cajamarca.
Asunto: Respuesta a solicitud de autorización para realizar Tesis en Calera NUBE
BLANCA E.I.R.L.

Sr. Kristhian Yury Gonzalez Rubio reciba un cordial saludo a nombre de la empresa NUBE BLANCA E.I.R.L., recibida su solicitud: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS en las zonas de EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN, CALCINACIÓN, CHANCADO y MOLIENDA de la Empresa Calera NUBE BLANCA E.I.R.L.; se concede el permiso correspondiente para la realización de TESIS titulada: **EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L., HUALGAYOC-CAJAMARCA-PERÚ 2023**. Para optar el grado de **INGENIERO DE MINAS**.

Sin otro particular, me despido, aprovechando la oportunidad para reiterar a Ud. las muestras de mi especial consideración.


.....
Edilfredo Urrutia Cubas
TITULAR GERENTE
NUBE BLANCA E.I.R.L.



Cel. 976818383/ 984525822/ 976598200
Jr. Bélgica N.º 300 - Cajamarca / Planta de Producción en
Apán Alto – Hualgayoc
Email: nubeblanca.eirl@hotmail.com
<https://caleranubeblanca.com/>

ANEXO 3. Ficha base de red o estación de monitoreo de la calidad del aire.

UNC			FICHA BASE DE RED O ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE			
TESIS		EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L, HUAGAYOC, CAJAMARCA - PERÚ- 2023				
TIPO DE ACTIVIDAD		Extracción de piedra caliza para la fabricación y comercialización de Cal.				
NOMBRE DE EMPRESA		NUBE BLANCA E.I.R.L				
Nº DE ESTACIONES		SUSTENTO DEL NÚMERO DE ESTACIONES				
1	E-01	Se requiere de dos estaciones como mínimo de acuerdo al Protocolo de Monitoreo, ya que se realizará dentro de áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o servicios.				
2	E-02					
3	E-03					
4	E-04					
5	E-05					
6	E-06					
OBJETIVO DEL MONITOREO		ENFOQUE	Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o de servicios.			
Evaluar la concentración de Material Particulado y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).						
INFORMACIÓN DE LA ESTACION E01 (EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN)						
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	UBICACIÓN-COORDENADAS UTM			CLASIFICACIÓN		SUSTENTO DE LOCALIZACIÓN
	Este	Norte	Altura	Por su finalidad	Por su escala	
HANDHELD 3016AQ	769057.30	9255475.80	3081.00	Escala Industrial	Escala Media	Lugar de posible mayor concentración de Material Particulado.
FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO				PARÁMETRO	FRECUENCIA	PERIODO
				PM 2.5	Continua por 8 días	8 horas
				PM 10	Continua por 8 días	8 horas

UNC				FICHA BASE DE RED O ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE		
TESIS		EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L, HUAGAYOC, CAJAMARCA - PERÚ- 2023				
TIPO DE ACTIVIDAD		Extracción de piedra caliza para la fabricación y comercialización de Cal.				
NOMBRE DE EMPRESA		NUBE BLANCA E.I.R.L				
Nº DE ESTACIONES		SUSTENTO DEL NÚMERO DE ESTACIONES				
1	E-01	Se requiere de dos estaciones como mínimo de acuerdo al Protocolo de Monitoreo, ya que se realizará dentro de áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o servicios.				
2	E-02					
3	E-03					
4	E-04					
5	E-05					
6	E-06					
OBJETIVO DEL MONITOREO			ENFOQUE	Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o de servicios.		
Evaluar la concentración de Material Particulado y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).						
INFORMACIÓN DE LA ESTACION E02 (CALCINACIÓN)						
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	UBICACIÓN-COORDENADAS UTM			CLASIFICACIÓN		SUSTENTO DE LOCALIZACIÓN
	Este	Norte	Altura	Por su finalidad	Por su escala	
HANDHELD 3016AQ	788997.39	9255621.81	3072.00	Escala Industrial	Escala Media	Lugar de posible mayor concentración de Material Particulado.
				PARÁMETRO	FRECUENCIA	PERIODO
				PM 2.5	Continua por 8 días	8 horas
				PM 10	Continua por 8 días	8 horas

UNC				FICHA BASE DE RED O ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE		
TESIS		EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L, HUAGAYOC, CAJAMARCA - PERÚ- 2023				
TIPO DE ACTIVIDAD		Extracción de piedra caliza para la fabricación y comercialización de Cal.				
NOMBRE DE EMPRESA		NUBE BLANCA E.I.R.L				
Nº DE ESTACIONES		SUSTENTO DEL NÚMERO DE ESTACIONES				
1	E-01	Se requiere de dos estaciones como mínimo de acuerdo al Protocolo de Monitoreo, ya que se realizará dentro de áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o servicios.				
2	E-02					
3	E-03					
4	E-04					
5	E-05					
6	E-06					
OBJETIVO DEL MONITOREO		ENFOQUE	Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o de servicios.			
Evaluar la concentración de Material Particulado y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).						
INFORMACIÓN DE LA ESTACION E03 (CHANCADO Y MOLIENDA)						
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	UBICACIÓN-COORDENADAS UTM			CLASIFICACIÓN		SUSTENTO DE LOCALIZACIÓN
	Este	Norte	Altura	Por su finalidad	Por su escala	
HANDHELD 3016AQ	768997.39	9255618.2	3073.00	Escala Industrial	Escala Media	Lugar de posible mayor concentración de Material Particulado.
				PARÀMETRO	FRECUENCIA	PERIODO
				PM 2.5	Continua por 8 días	8 horas
				PM 10	Continua por 8 días	8 horas

UNC				FICHA BASE DE RED O ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE		
TESIS		EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L., HUAGAYOC, CAJAMARCA - PERÚ- 2023				
TIPO DE ACTIVIDAD		Extracción de piedra caliza para la fabricación y comercialización de Cal.				
NOMBRE DE EMPRESA		NUBE BLANCA E.I.R.L				
Nº DE ESTACIONES		SUSTENTO DEL NÚMERO DE ESTACIONES				
1	E-01	Se requiere de dos estaciones como mínimo de acuerdo al Protocolo de Monitoreo, ya que se realizará dentro de áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o servicios.				
2	E-02					
3	E-03					
4	E-04					
5	E-05					
6	E-06					
OBJETIVO DEL MONITOREO			ENFOQUE	Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o de servicios.		
Evaluar la concentración de Material Particulado y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).						
INFORMACIÓN DE LA ESTACION E04						
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	UBICACIÓN-COORDENADAS UTM			CLASIFICACIÓN		SUSTENTO DE LOCALIZACIÓN
	Este	Norte	Altura	Por su finalidad	Por su escala	
HANDHELD 3016AQ	769136.00	9255549.00	6062	Escala Industrial	Escala Media	Lugar de posible mayor concentración de Material Particulado.
FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO				PARÁMETRO	FRECUENCIA	PERIODO
				PM 2.5	Continua por 8 días	8 horas
				PM 10	Continua por 8 días	8 horas

UNC				FICHA BASE DE RED O ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE		
TESIS		EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L, HUAGAYOC, CAJAMARCA - PERÚ- 2023				
TIPO DE ACTIVIDAD		Extracción de piedra caliza para la fabricación y comercialización de Cal.				
NOMBRE DE EMPRESA		NUBE BLANCA E.I.R.L				
Nº DE ESTACIONES		SUSTENTO DEL NÚMERO DE ESTACIONES				
1	E-01	Se requiere de dos estaciones como mínimo de acuerdo al Protocolo de Monitoreo, ya que se realizará dentro de áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o servicios.				
2	E-02					
3	E-03					
4	E-04					
5	E-05					
6	E-06					
OBJETIVO DEL MONITOREO			ENFOQUE	Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o de servicios.		
Evaluar la concentración de Material Particulado y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).						
INFORMACIÓN DE LA ESTACION E05						
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	UBICACIÓN-COORDENADAS UTM			CLASIFICACIÓN		SUSTENTO DE LOCALIZACIÓN
	Este	Norte	Altura	Por su finalidad	Por su escala	
HANDHELD 3016AQ	769058.00	9255636.58	3051.00	Escala Industrial	Escala Media	Lugar de posible mayor concentración de Material Particulado.
FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO				PARÁMETRO	FRECUENCIA	PERIODO
				PM 2.5	Continua por 8 días	8 horas
				PM 10	Continua por 8 días	8 horas

UNC				FICHA BASE DE RED O ESTACIÓN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE		
TESIS		EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN CALERA NUBE BLANCA E.I.R.L., HUAGAYOC, CAJAMARCA - PERÚ- 2023				
TIPO DE ACTIVIDAD		Extracción de piedra caliza para la fabricación y comercialización de Cal.				
NOMBRE DE EMPRESA		NUBE BLANCA E.I.R.L				
Nº DE ESTACIONES		SUSTENTO DEL NÚMERO DE ESTACIONES				
1	E-01	Se requiere de dos estaciones como mínimo de acuerdo al Protocolo de Monitoreo, ya que se realizará dentro de áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o servicios.				
2	E-02					
3	E-03					
4	E-04					
5	E-05					
6	E-06					
OBJETIVO DEL MONITOREO				ENFOQUE	Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y/o de servicios.	
Evaluar la concentración de Material Particulado y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).						
INFORMACIÓN DE LA ESTACION E06						
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	UBICACIÓN-COORDENADAS UTM			CLASIFICACIÓN		SUSTENTO DE LOCALIZACIÓN
	Este	Norte	Altura	Por su finalidad	Por su escala	
HANDHELD 3016AQ	768901.00	9255584.06	3051.00	Escala Industrial	Escala Media	Lugar de posible mayor concentración de Material Particulado.
				PARÁMETRO	FRECUENCIA	PERIODO
				PM 2.5	Continua por 8 días	8 horas
				PM 10	Continua por 8 días	8 horas

ANEXO 4. Planos.

Apéndice A. Resultados de las concentraciones de PM_{2.5} y PM₁₀ en los 6 puntos de monitoreo.

Tabla 17. Concentraciones de PM_{2.5} en Extracción y Trituración - 02/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m ³)
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	02/10/2023	3.20
9:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	02/10/2023	4.28
10:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	02/10/2023	6.83
11:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	02/10/2023	9.12
1:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	02/10/2023	4.09
2:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	02/10/2023	3.92
3:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	02/10/2023	5.05
4:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	02/10/2023	5.65
PROMEDIO						5.27
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

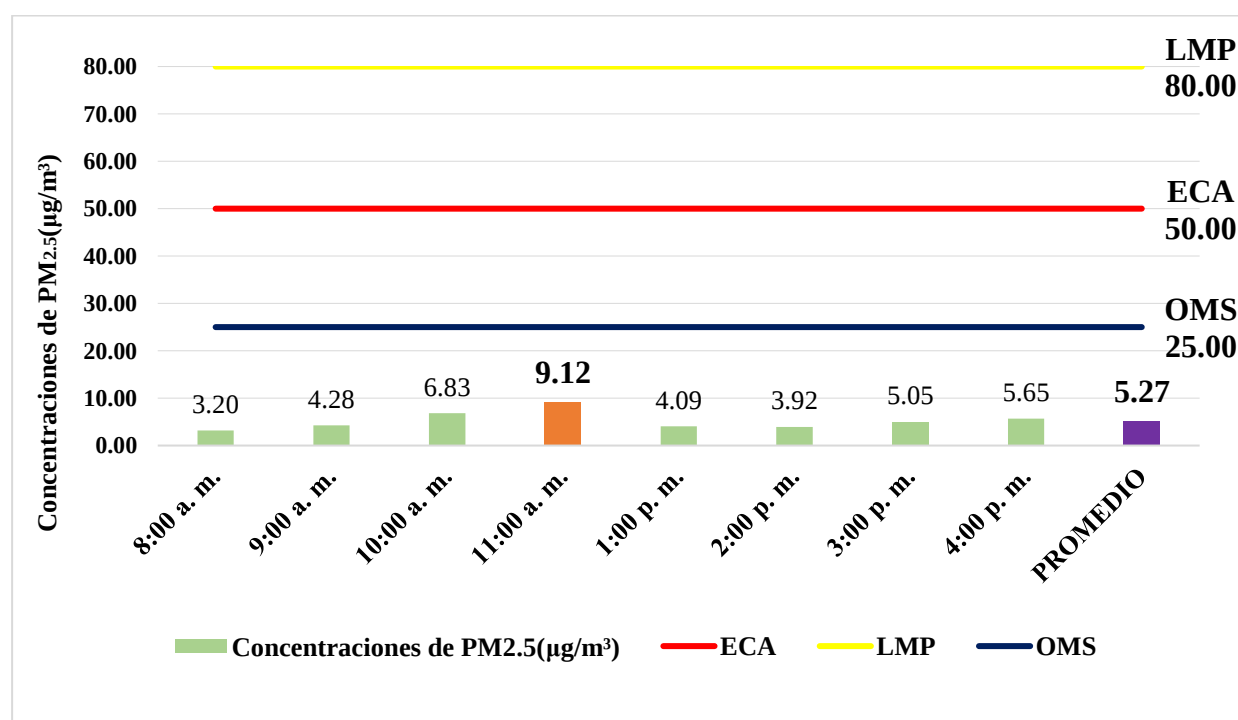


Figura. 7 Concentraciones de PM_{2.5} en Extracción y Trituración - 02/10/2023.

Tabla 18. Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 02/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	02/10/2023	5.04
9:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	02/10/2023	6.05
10:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	02/10/2023	11.73
11:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	02/10/2023	17.47
1:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	02/10/2023	6.84
2:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	02/10/2023	6.40
3:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	02/10/2023	7.91
4:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	02/10/2023	9.37
PROMEDIO						8.85
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

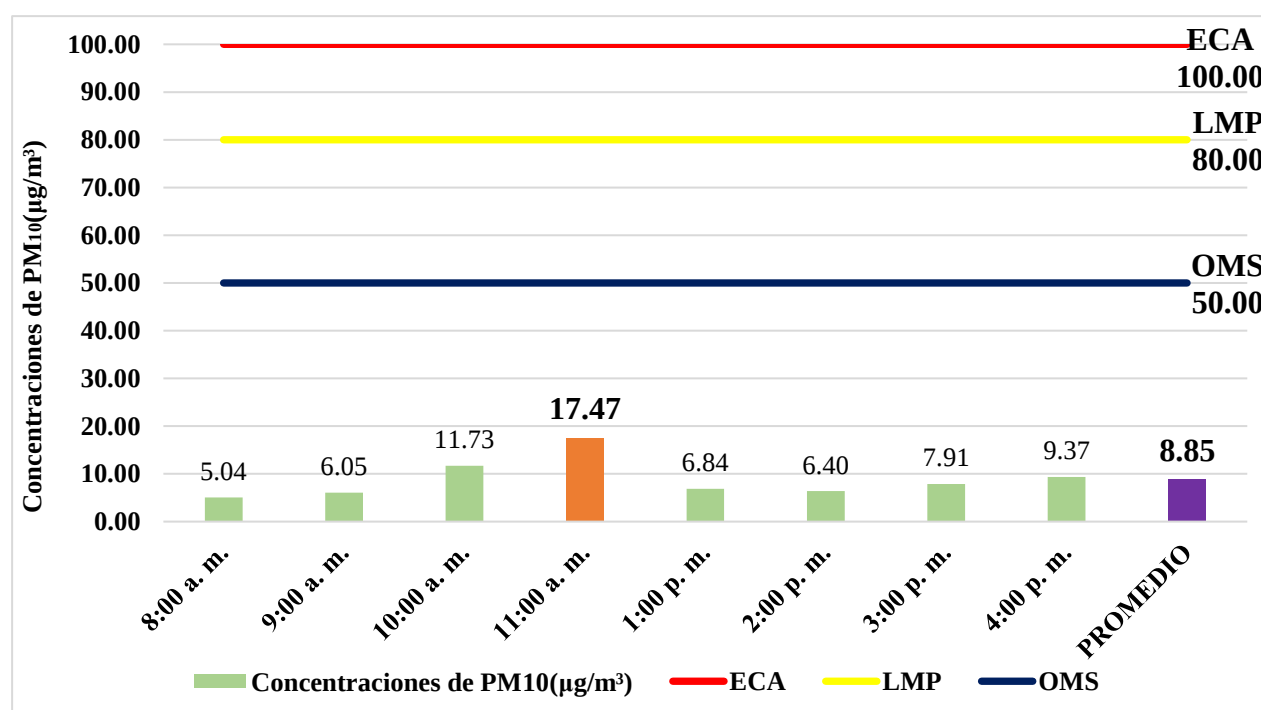


Figura. 8 Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 02/10/2023.

Tabla 19. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 10/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	10/10/2023	5.25
9:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	10/10/2023	3.52
10:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	10/10/2023	1.47
11:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	10/10/2023	1.79
1:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	10/10/2023	5.68
2:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	10/10/2023	5.08
3:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	10/10/2023	6.35
4:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	10/10/2023	5.57
PROMEDIO						4.34
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

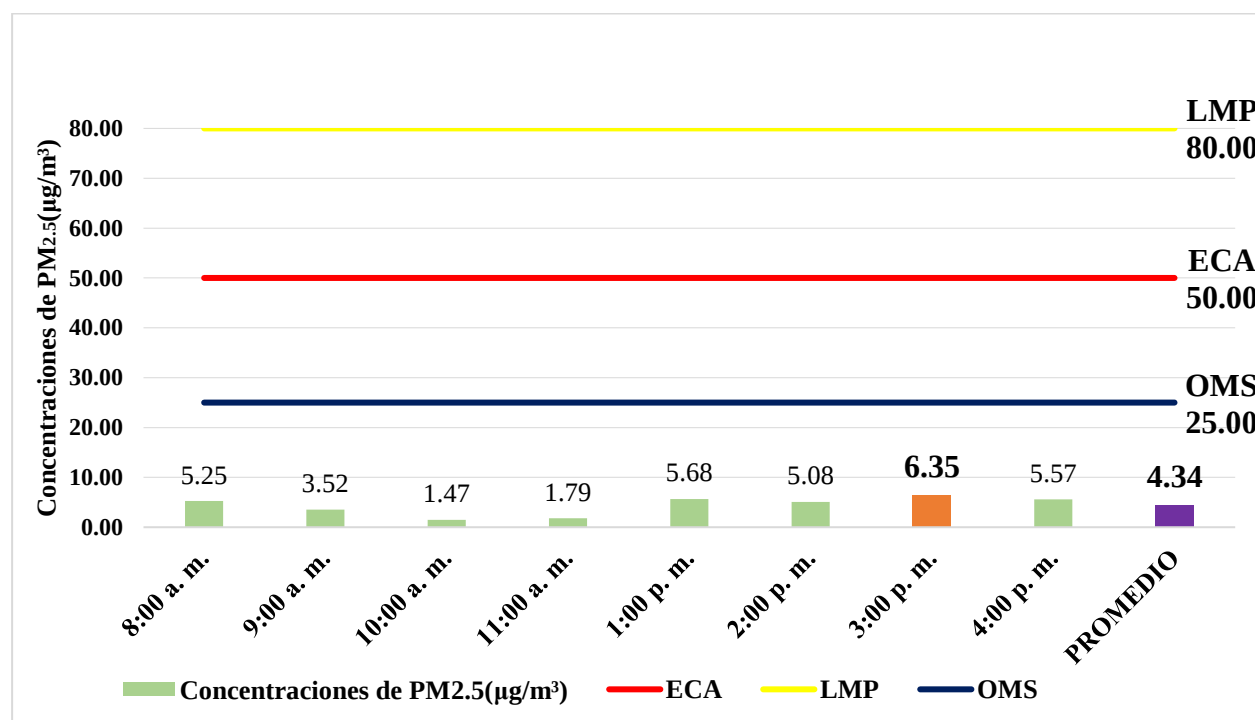


Figura. 9 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 10/10/2023.

Tabla 20. Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 10/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	10/10/2023	11.70
9:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	10/10/2023	7.12
10:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	10/10/2023	1.74
11:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	10/10/2023	2.18
1:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	10/10/2023	8.87
2:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	10/10/2023	10.97
3:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	10/10/2023	16.18
4:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	10/10/2023	8.37
PROMEDIO						8.39
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

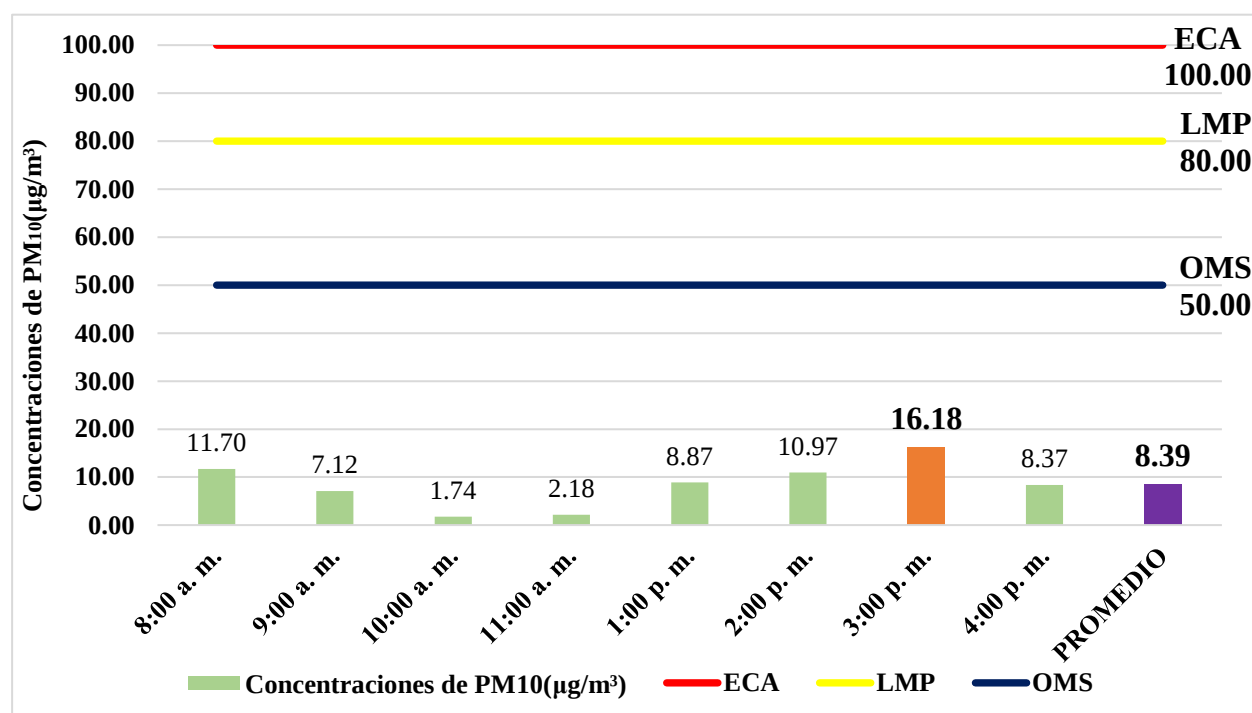


Figura. 10 Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 10/10/2023.

Tabla 21. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 18/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	18/10/2023	5.37
9:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	18/10/2023	3.67
10:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	18/10/2023	2.09
11:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	18/10/2023	2.31
1:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	18/10/2023	6.38
2:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	18/10/2023	6.06
3:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	18/10/2023	6.87
4:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	18/10/2023	6.45
PROMEDIO						4.90
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

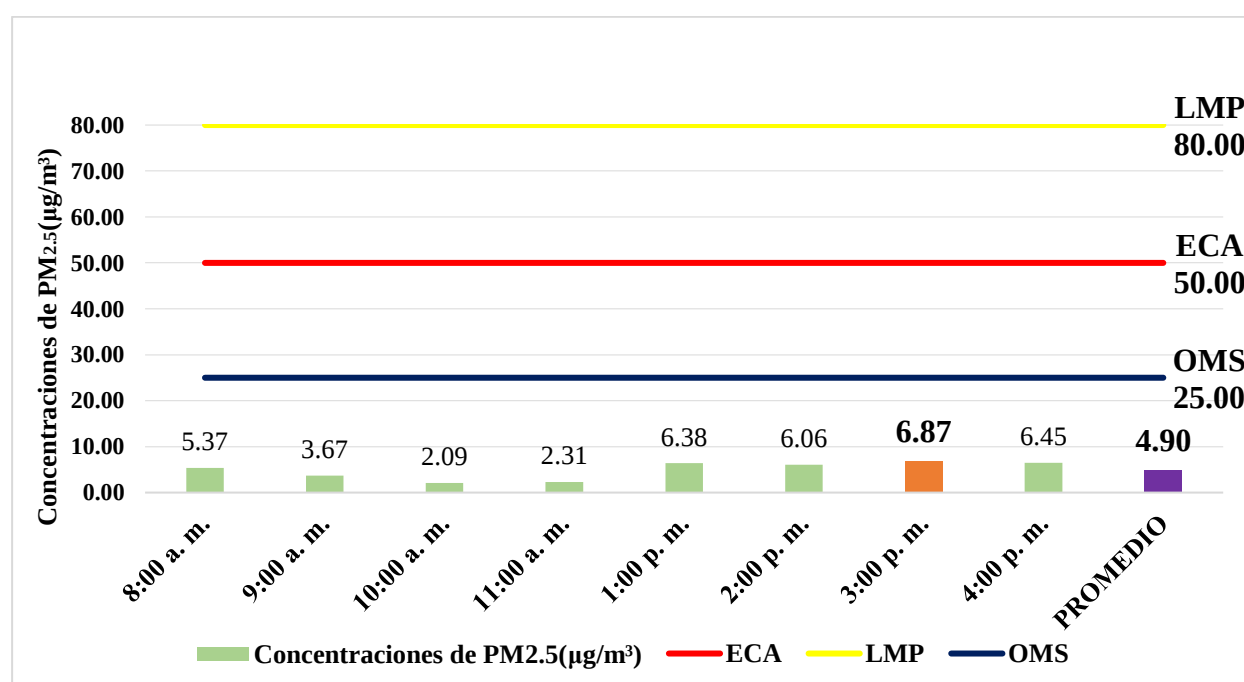


Figura. 11 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 18/10/2023.

Tabla 22. Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 18/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	18/10/2023	12.75
9:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	18/10/2023	8.09
10:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	18/10/2023	3.34
11:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	18/10/2023	4.08
1:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	18/10/2023	10.07
2:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	18/10/2023	11.57
3:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	18/10/2023	16.07
4:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	18/10/2023	9.75
PROMEDIO						9.46
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

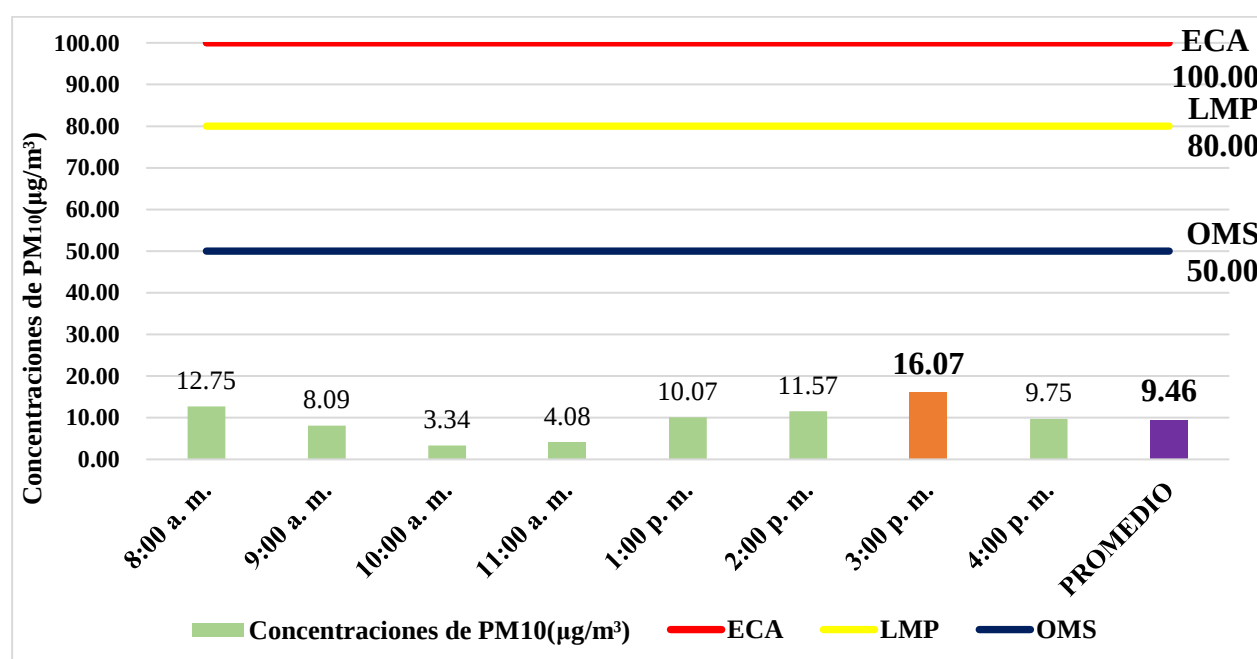


Figura. 12 Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 18/10/2023

Tabla 23. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 25/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	25/10/2023	5.43
9:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	25/10/2023	4.54
10:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	25/10/2023	5.34
11:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	25/10/2023	3.52
1:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	25/10/2023	6.23
2:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	25/10/2023	5.62
3:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	25/10/2023	7.21
4:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	25/10/2023	6.08
PROMEDIO						5.50
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

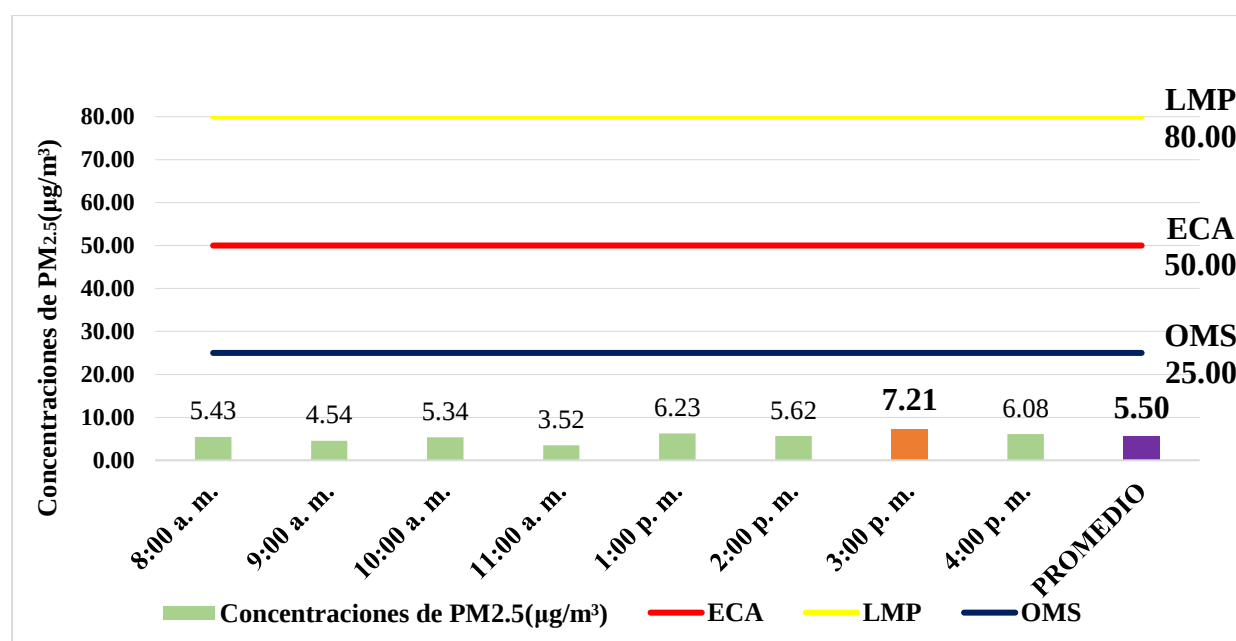


Figura. 13 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 25/10/2023.

Tabla 24. Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 25/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	25/10/2023	11.53
9:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	25/10/2023	9.16
10:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	25/10/2023	10.06
11:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	25/10/2023	6.20
1:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	25/10/2023	9.41
2:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	25/10/2023	11.67
3:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	25/10/2023	15.83
4:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	25/10/2023	8.84
PROMEDIO						10.34
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

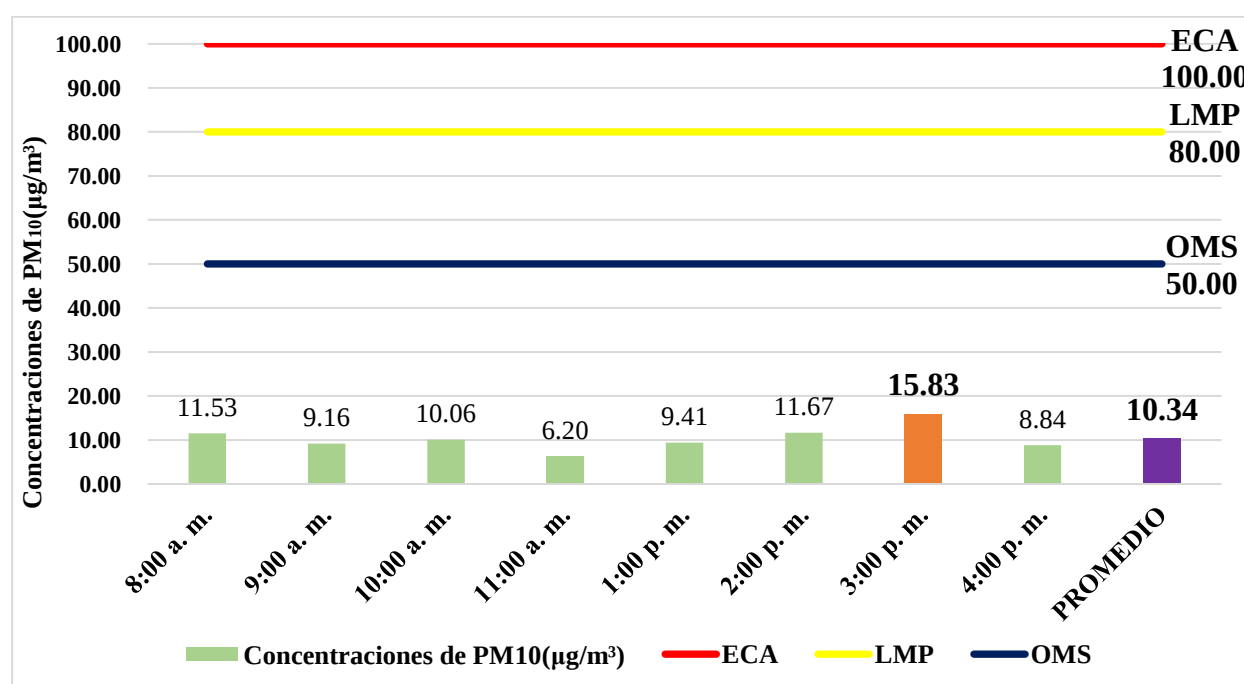


Figura. 14 Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 25/10/2023.

Tabla 25. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 03/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	03/11/2023	5.61
9:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	03/11/2023	4.58
10:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	03/11/2023	5.20
11:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	03/11/2023	3.94
1:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	03/11/2023	6.87
2:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	03/11/2023	5.49
3:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	03/11/2023	8.01
4:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	03/11/2023	6.21
PROMEDIO						5.74
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

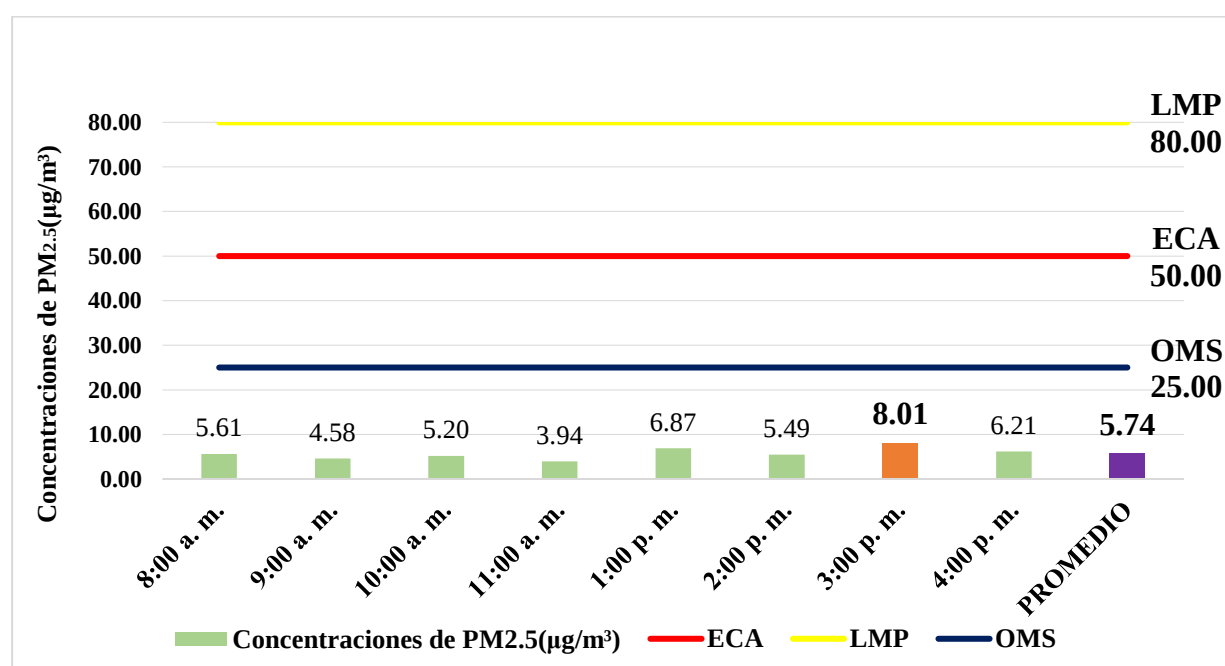


Figura. 15 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 03/11/2023.

Tabla 26. Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 03/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	03/11/2023	11.22
9:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	03/11/2023	8.72
10:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	03/11/2023	9.09
11:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	03/11/2023	6.60
1:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	03/11/2023	10.30
2:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	03/11/2023	10.37
3:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	03/11/2023	14.79
4:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	03/11/2023	8.65
PROMEDIO						9.97
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

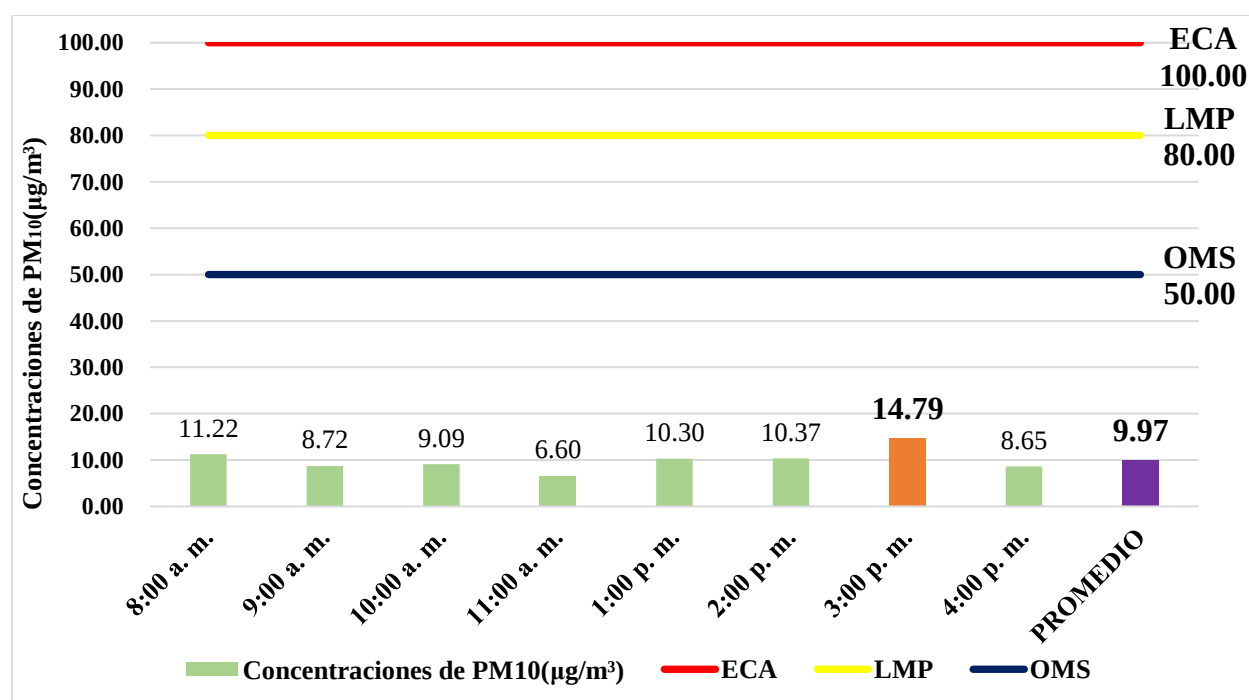


Figura. 16 Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 03/11/2023.

Tabla 27. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 08/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	08/11/2023	5.78
9:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	08/11/2023	5.33
10:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	08/11/2023	6.60
11:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	08/11/2023	6.16
1:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	08/11/2023	5.79
2:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	08/11/2023	5.72
3:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	08/11/2023	5.85
4:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	08/11/2023	3.47
PROMEDIO						5.59
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

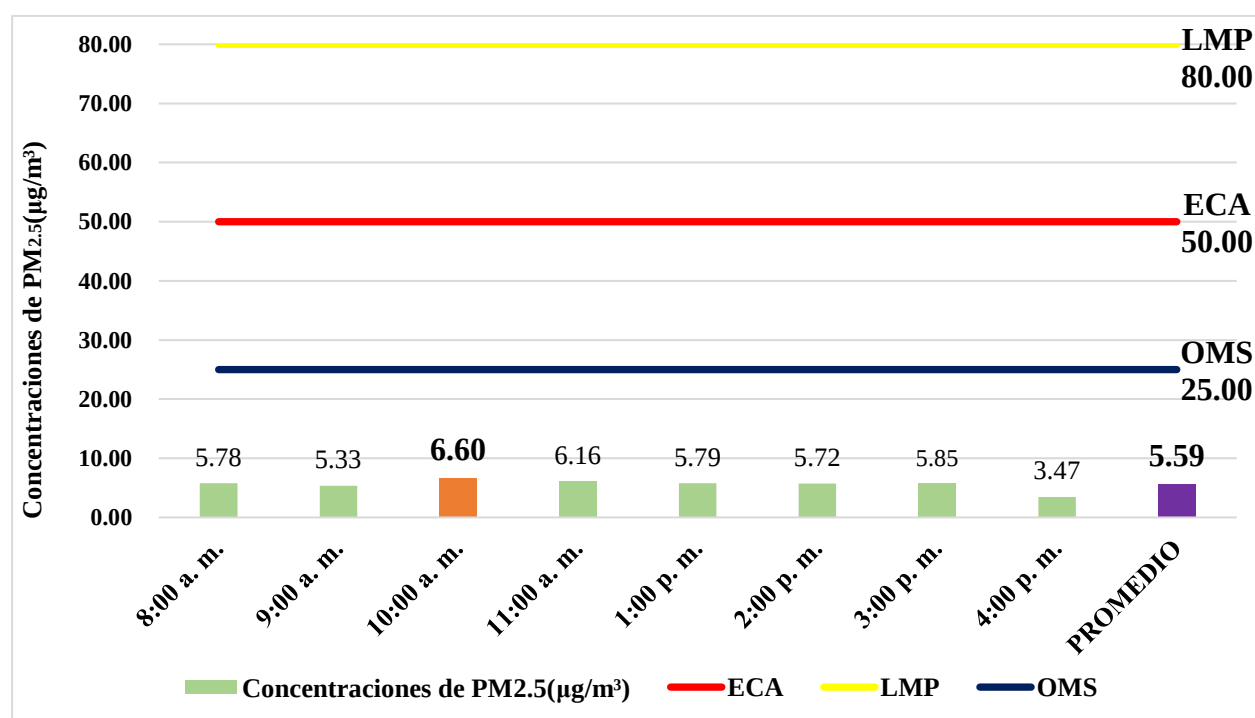


Figura. 17 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 08/11/2023.

Tabla 28. Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 08/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	08/11/2023	9.87
9:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	08/11/2023	10.03
10:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	08/11/2023	11.51
11:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	08/11/2023	10.27
1:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	08/11/2023	9.47
2:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	08/11/2023	8.22
3:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	08/11/2023	9.85
4:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	08/11/2023	4.95
PROMEDIO						9.27
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

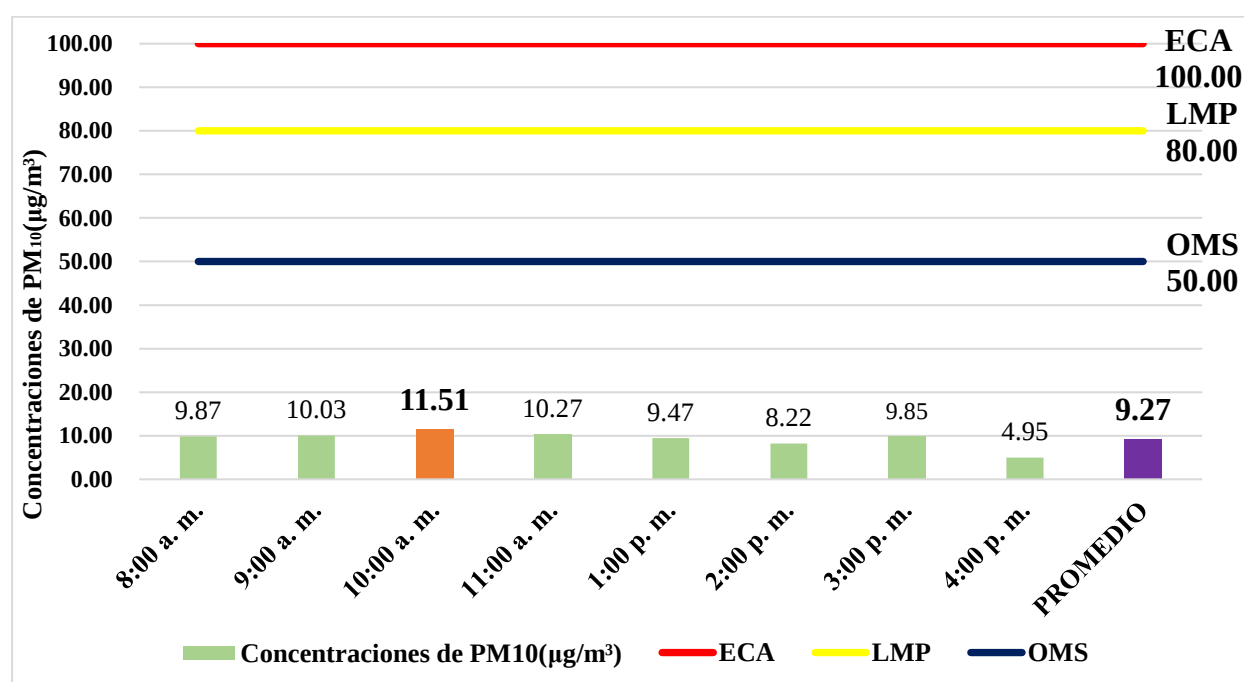


Figura. 18 Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 08/11/2023.

Tabla 29. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 13/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	13/11/2023	5.72
9:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	13/11/2023	6.65
10:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	13/11/2023	5.82
11:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	13/11/2023	6.05
1:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	13/11/2023	6.58
2:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	13/11/2023	5.45
3:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	13/11/2023	6.30
4:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	13/11/2023	5.19
PROMEDIO						5.97
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

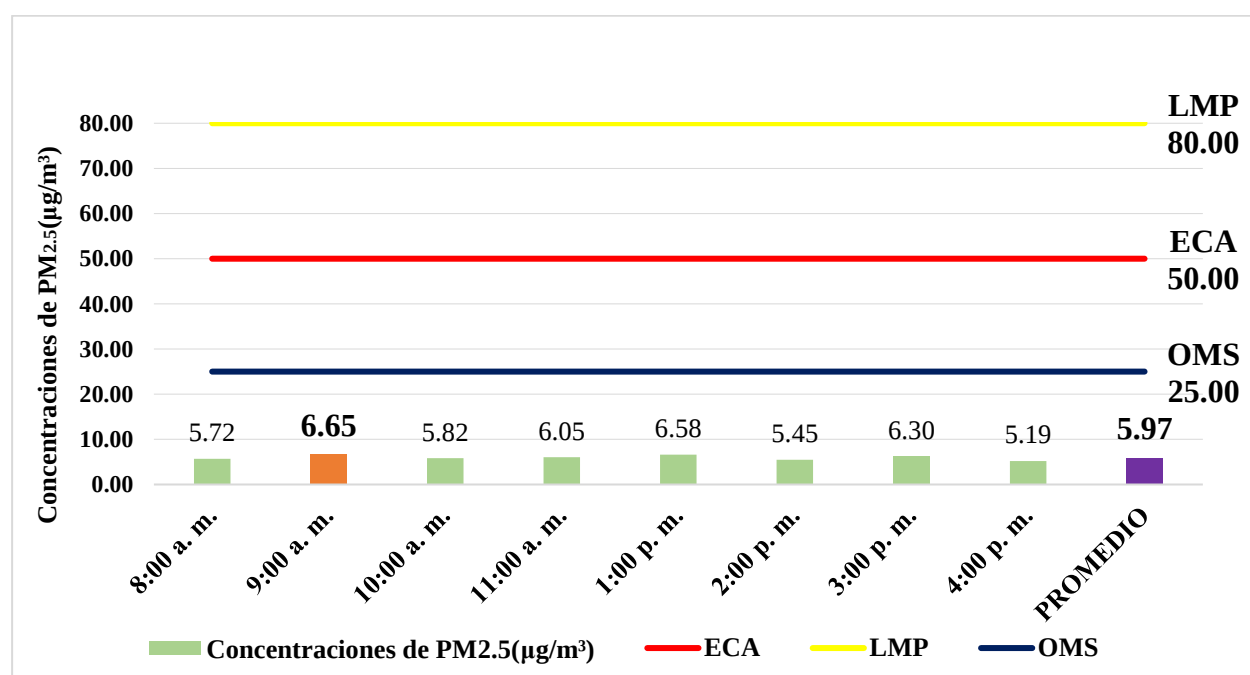


Figura. 19 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 13/11/2023.

Tabla 30. Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 13/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	13/11/2023	8.87
9:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	13/11/2023	11.62
10:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	13/11/2023	9.21
11:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	13/11/2023	9.43
1:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	13/11/2023	10.33
2:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	13/11/2023	9.77
3:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	13/11/2023	10.45
4:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	13/11/2023	7.28
PROMEDIO						9.62
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

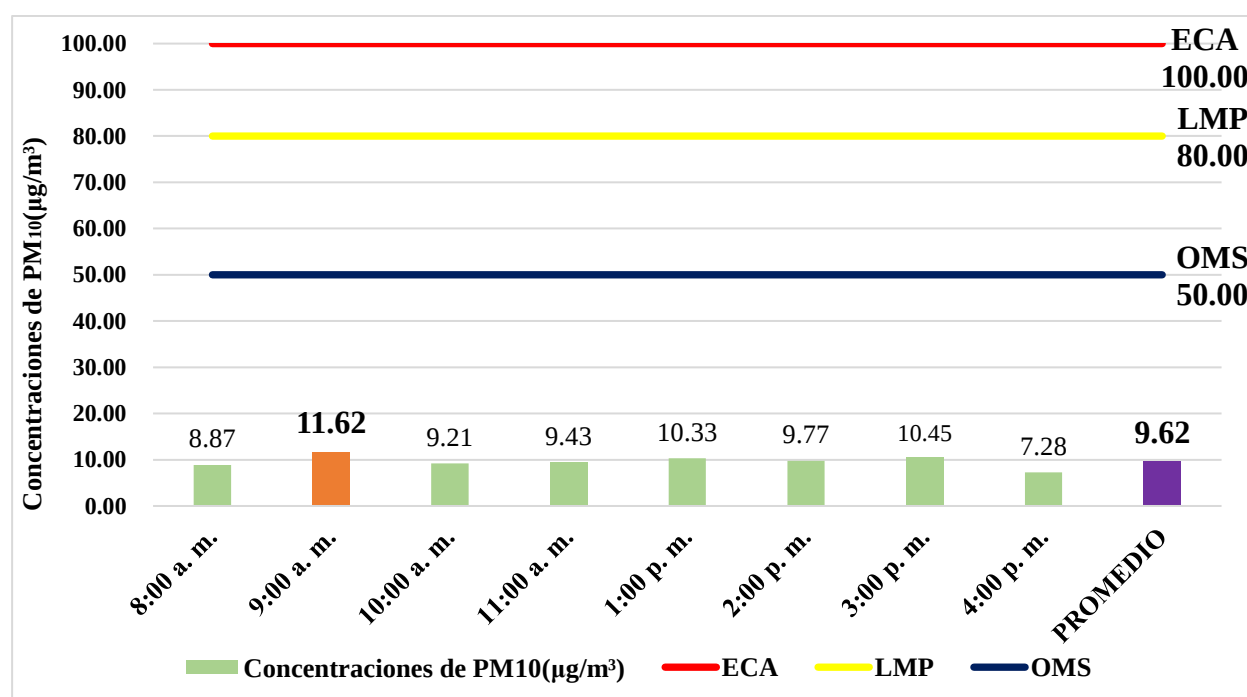


Figura. 20 Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 13/11/2023.

Tabla 31. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 20/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	20/11/2023	3.12
9:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	20/11/2023	6.27
10:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	20/11/2023	6.35
11:00 AM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	20/11/2023	8.28
1:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	20/11/2023	6.95
2:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	20/11/2023	6.93
3:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	20/11/2023	6.34
4:00 PM	Extracción	769057.3	9255475.8	3081.00	20/11/2023	5.20
PROMEDIO						6.18
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

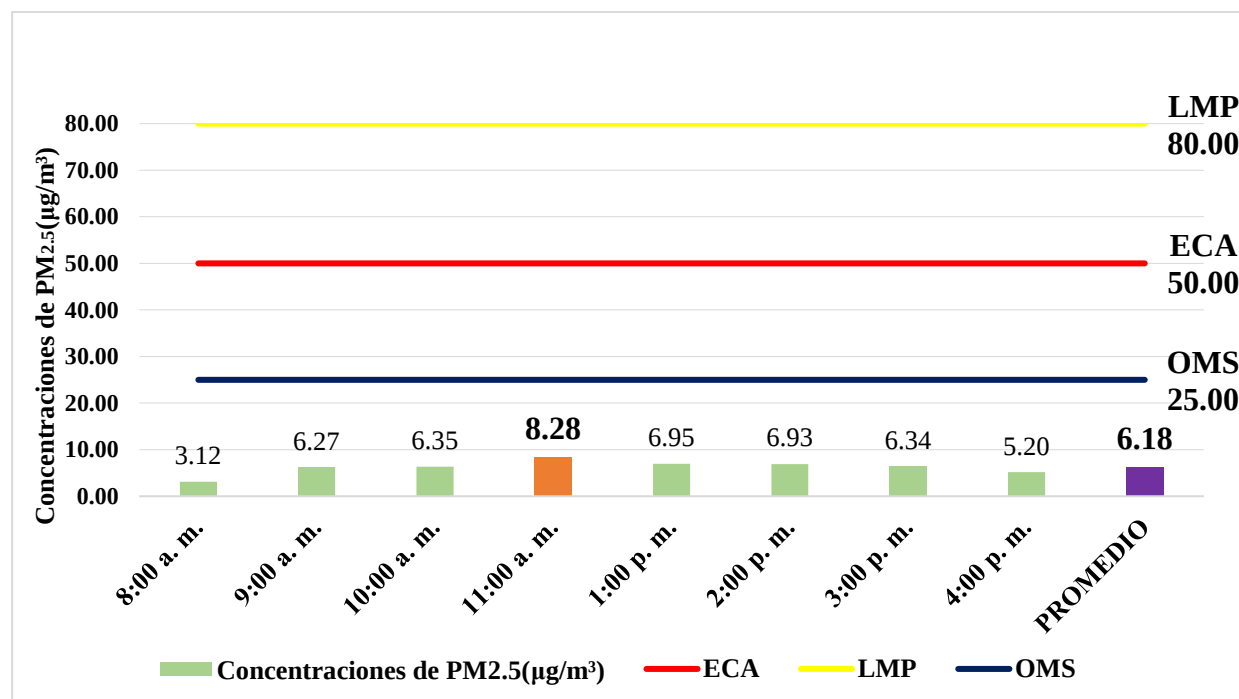


Figura. 21 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Extracción y Trituración - 20/11/2023.

Tabla 32. Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 20/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	20/11/2023	4.54
9:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	20/11/2023	9.40
10:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	20/11/2023	9.70
11:00 AM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	20/11/2023	14.21
1:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	20/11/2023	9.79
2:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	20/11/2023	10.19
3:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	20/11/2023	13.17
4:00 PM	Extracción	769057.30	9255475.80	3081.00	20/11/2023	8.65
PROMEDIO						9.96
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

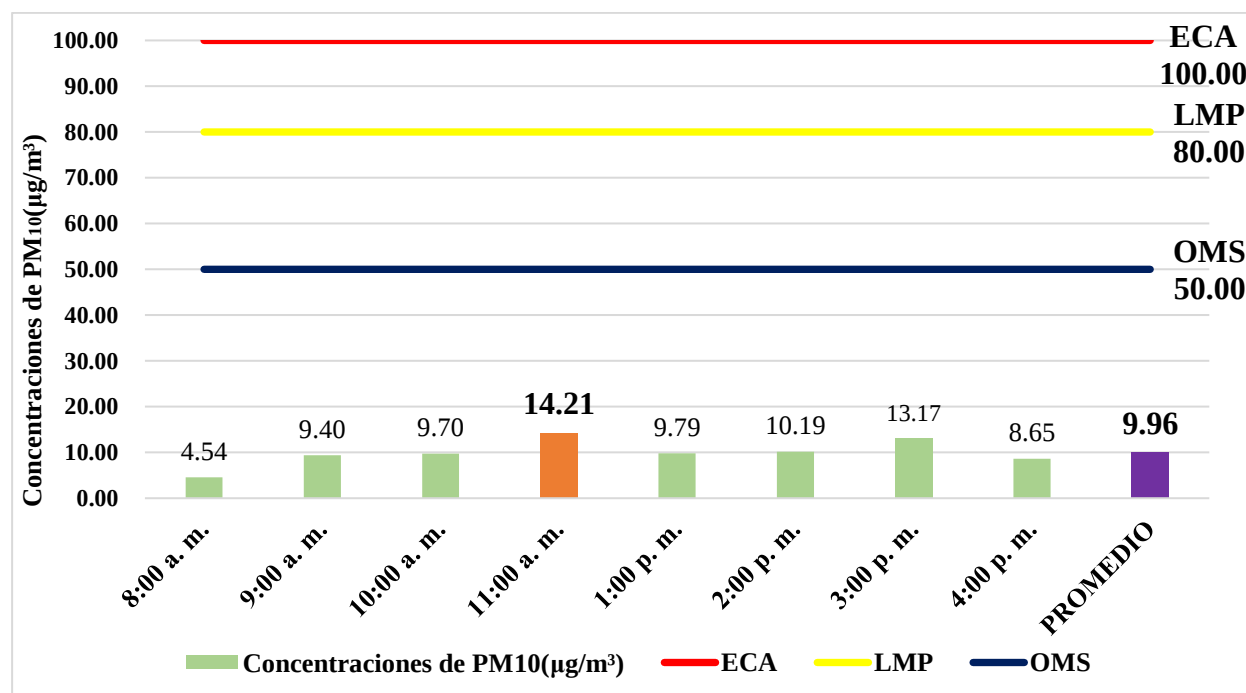


Figura. 22 Concentraciones de PM_{10} en Extracción y Trituración - 20/11/2023.

Tabla 33. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 05/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	5.71
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	8.81
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	11.58
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	14.17
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	13.74
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	8.24
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	9.79
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	9.12
PROMEDIO						10.14
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

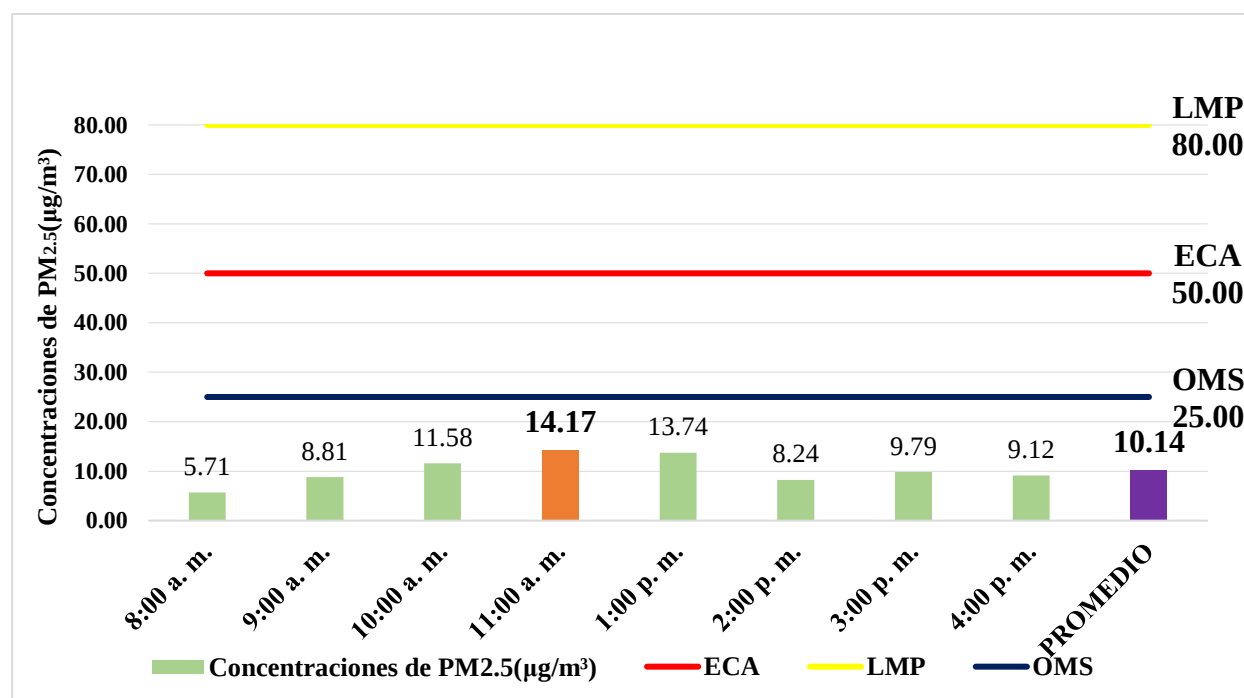


Figura. 23 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 05/10/2023.

Tabla 34. Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 05/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	10.48
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	13.90
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	17.45
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	25.18
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	20.93
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	14.94
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	15.57
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	05/10/2023	18.84
PROMEDIO						17.16
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

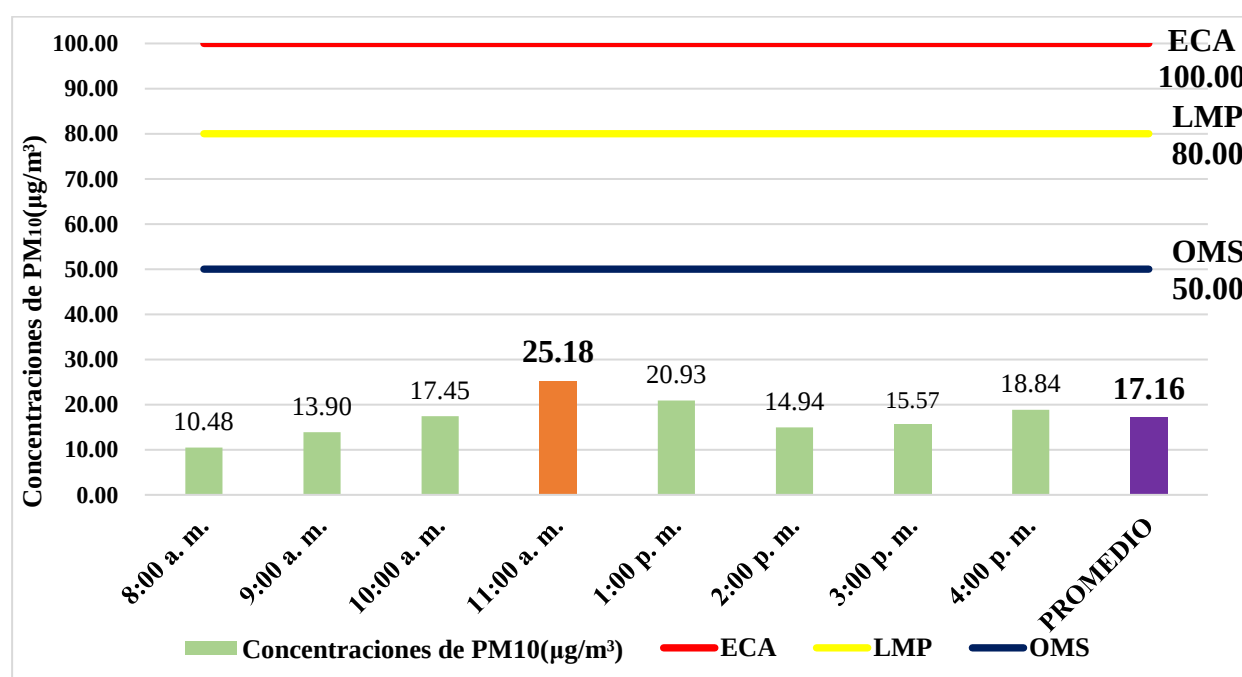


Figura. 24 Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 05/10/2023.

Tabla 35. Concentraciones de PM_{2.5} en Calcinación - 11/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	3.49
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	2.91
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	4.55
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	3.79
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	2.84
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	7.73
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	9.50
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	9.53
PROMEDIO						5.54
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

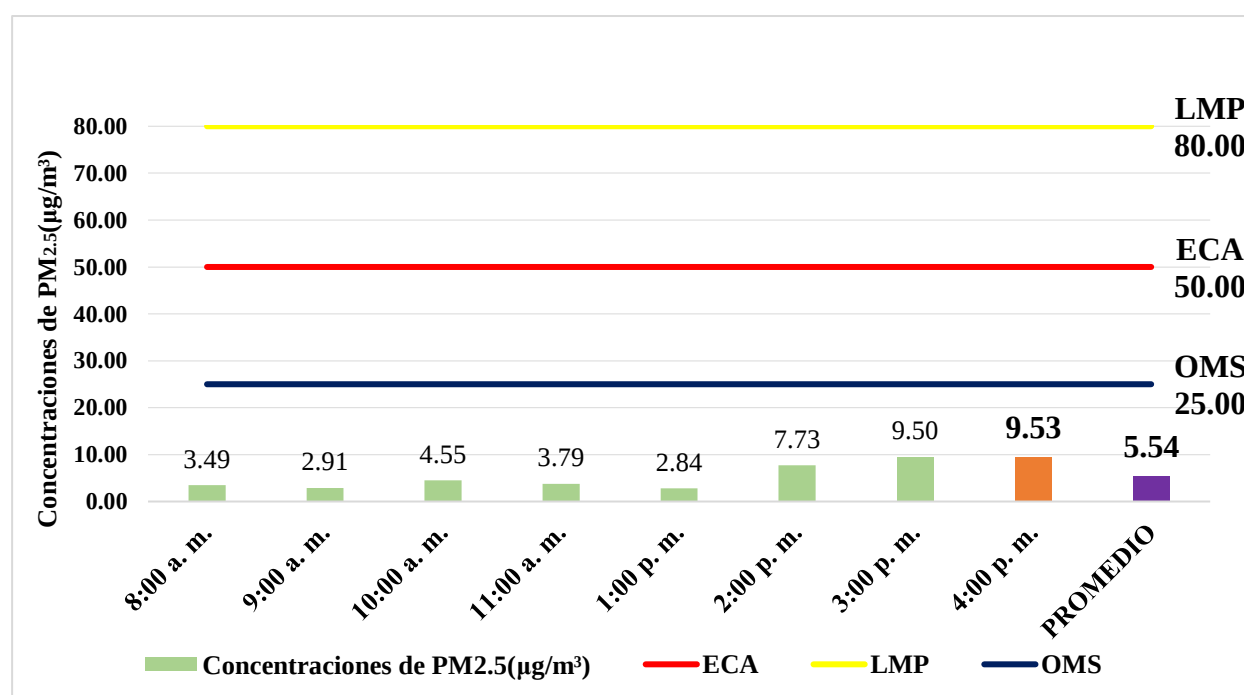


Figura. 25 Concentraciones de PM_{2.5} en Calcinación - 11/10/2023.

Tabla 36. Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 11/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	6.30
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	4.31
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	6.95
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	4.58
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	6.42
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	12.56
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	16.28
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	11/10/2023	16.48
PROMEDIO						9.23
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

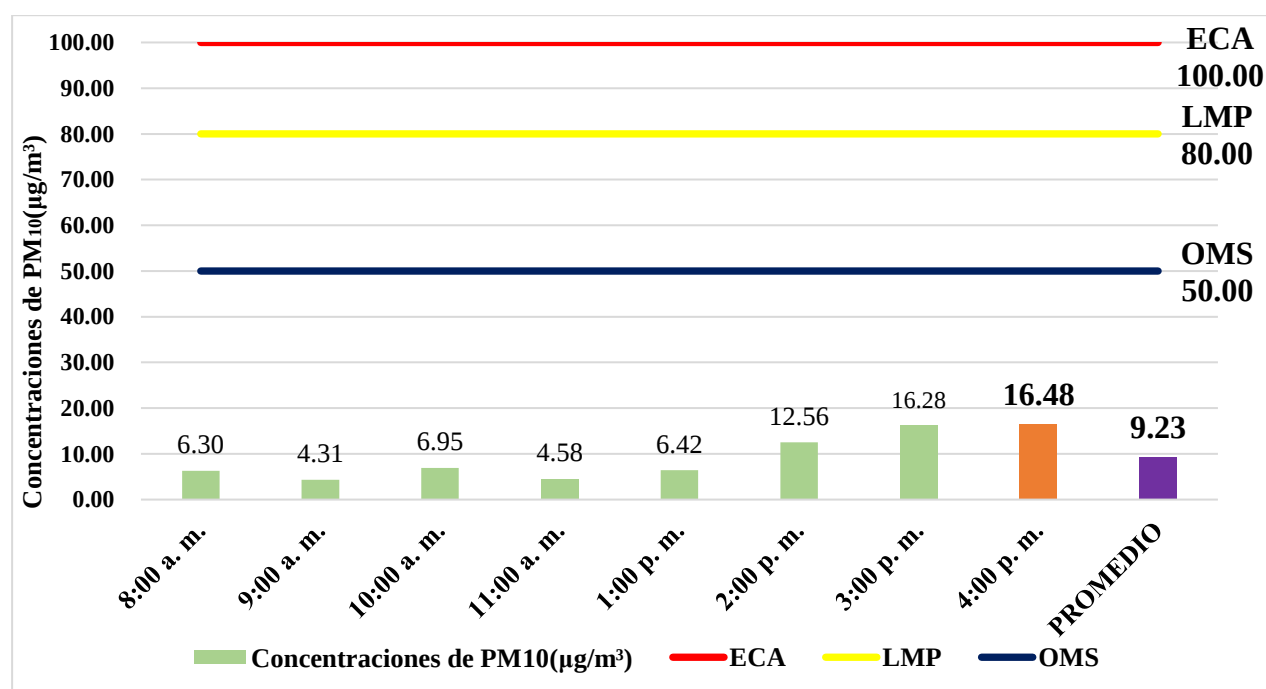


Figura. 26 Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 11/10/2023.

Tabla 37. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 19/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	6.05
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	7.72
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	7.22
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	7.19
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	6.67
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	5.02
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	6.21
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	5.16
PROMEDIO						6.41
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

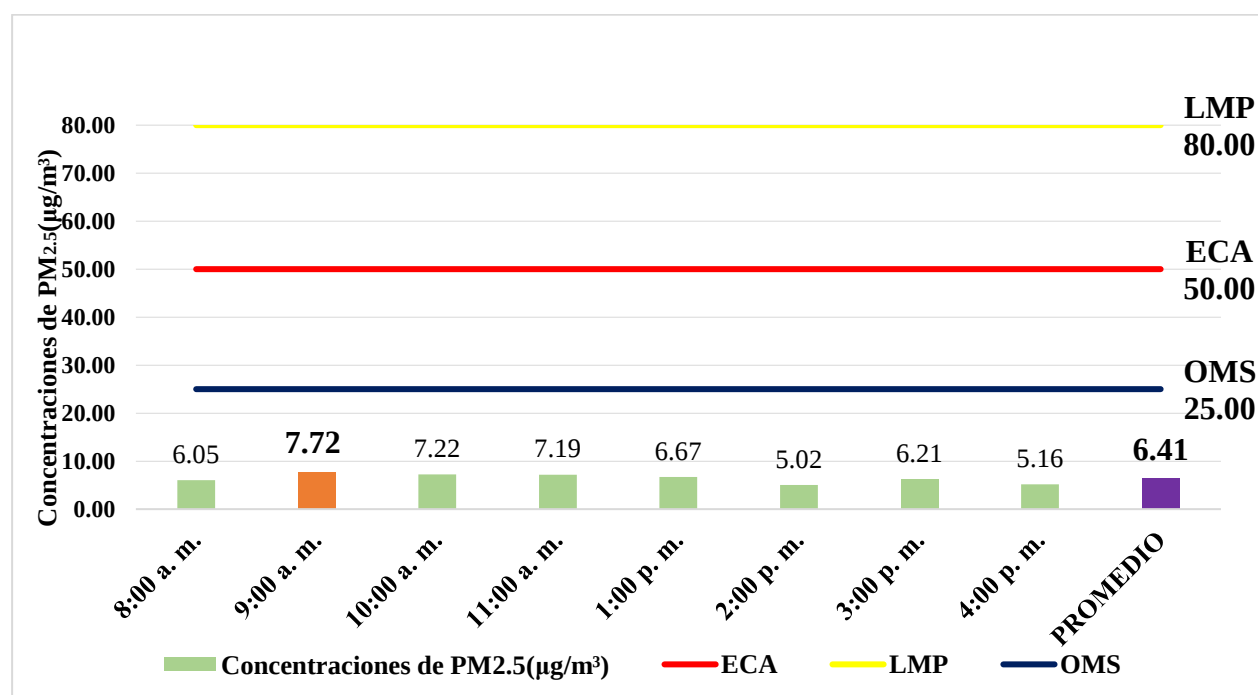


Figura. 27 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 19/10/2023.

Tabla 38. Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 19/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	10.24
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	12.41
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	11.68
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	10.55
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	12.15
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	8.38
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	10.79
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	19/10/2023	9.01
PROMEDIO						10.65
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

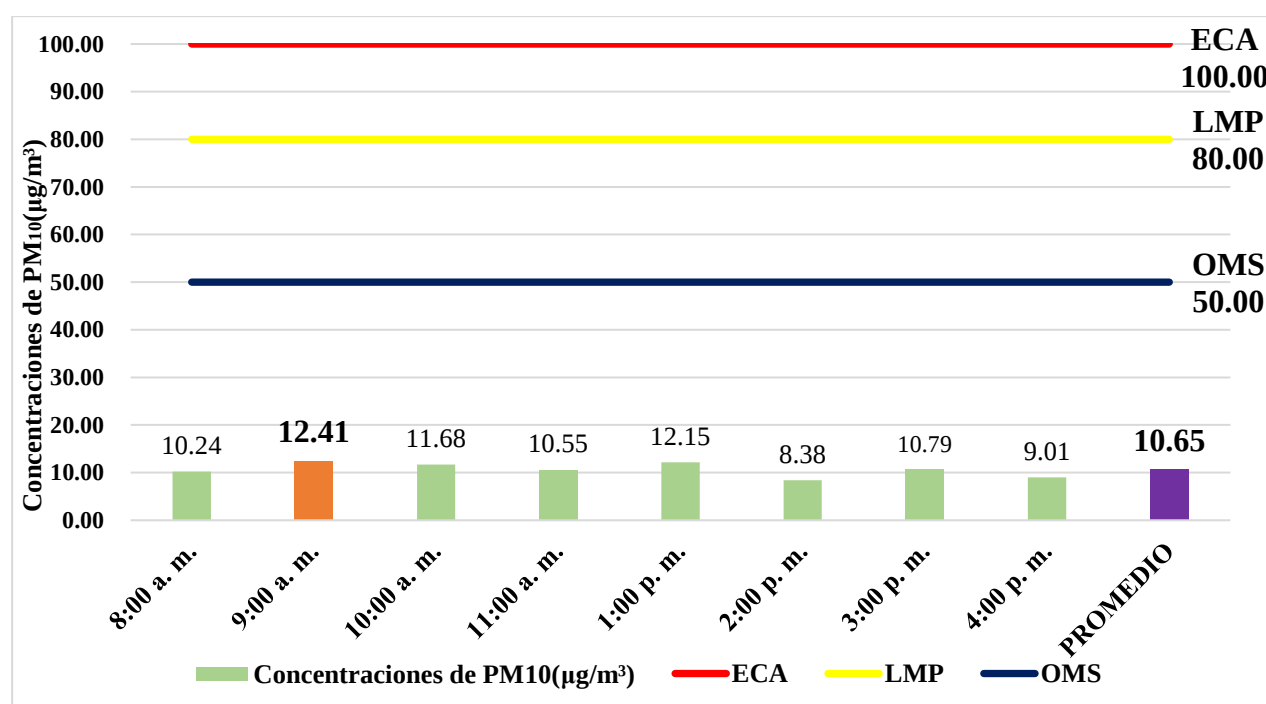


Figura. 28 Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 19/10/2023.

Tabla 39. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 27/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	5.52
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	7.38
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	6.78
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	7.71
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	6.83
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	7.78
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	9.57
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	7.07
PROMEDIO						7.33
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

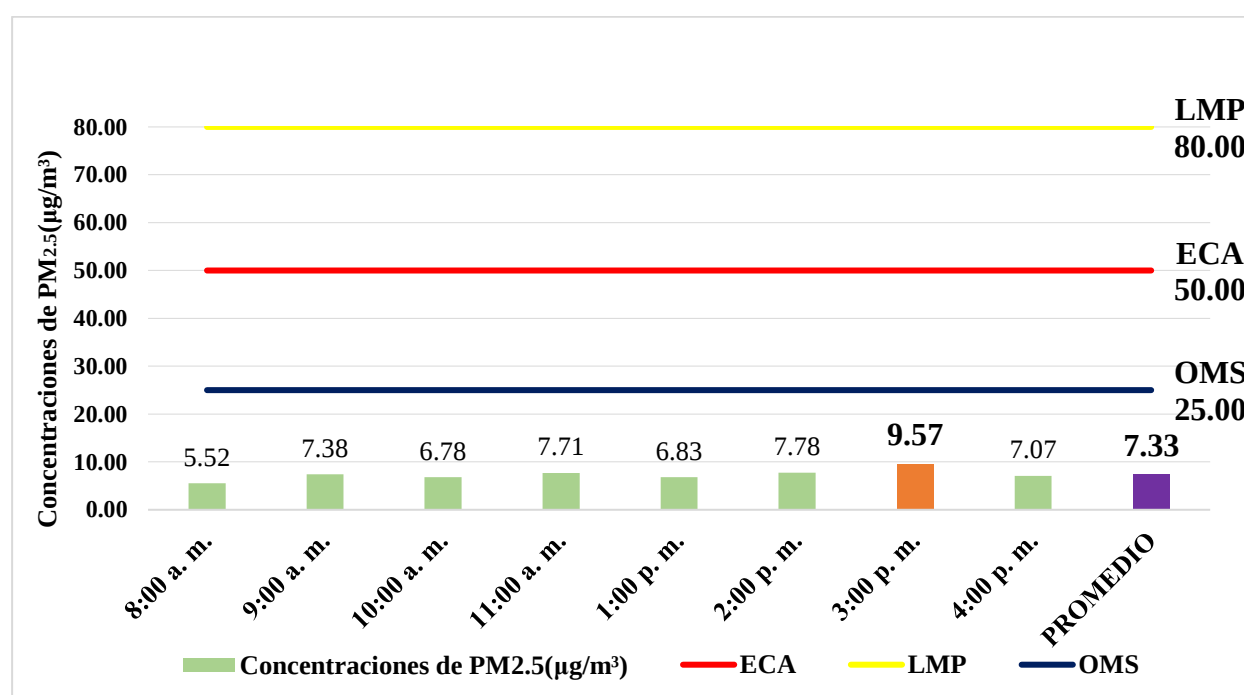


Figura. 29 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 27/10/2023.

Tabla 40. Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 27/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	8.09
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	12.81
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	11.45
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	12.97
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	11.59
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	12.48
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	18.28
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	27/10/2023	10.92
PROMEDIO						12.32
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

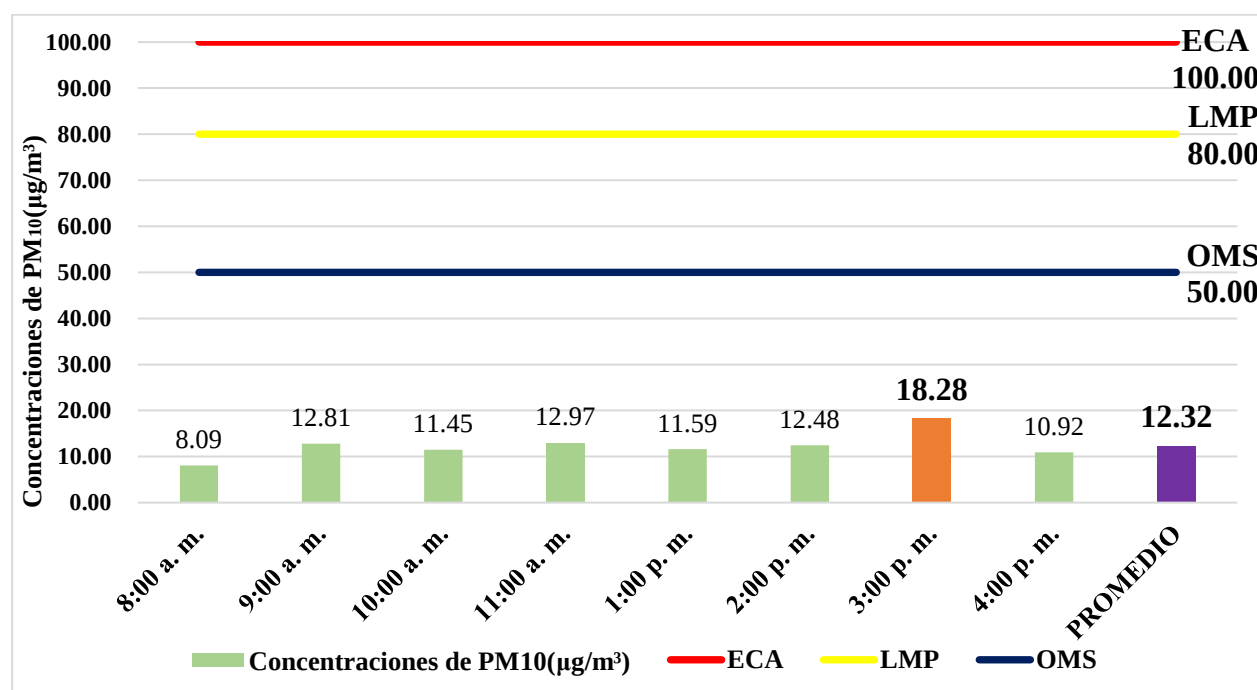


Figura. 30 Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 27/10/2023.

Tabla 41. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 30/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	5.77
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	7.99
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	7.70
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	7.92
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	7.35
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	7.04
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	7.20
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	6.60
PROMEDIO						7.20
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

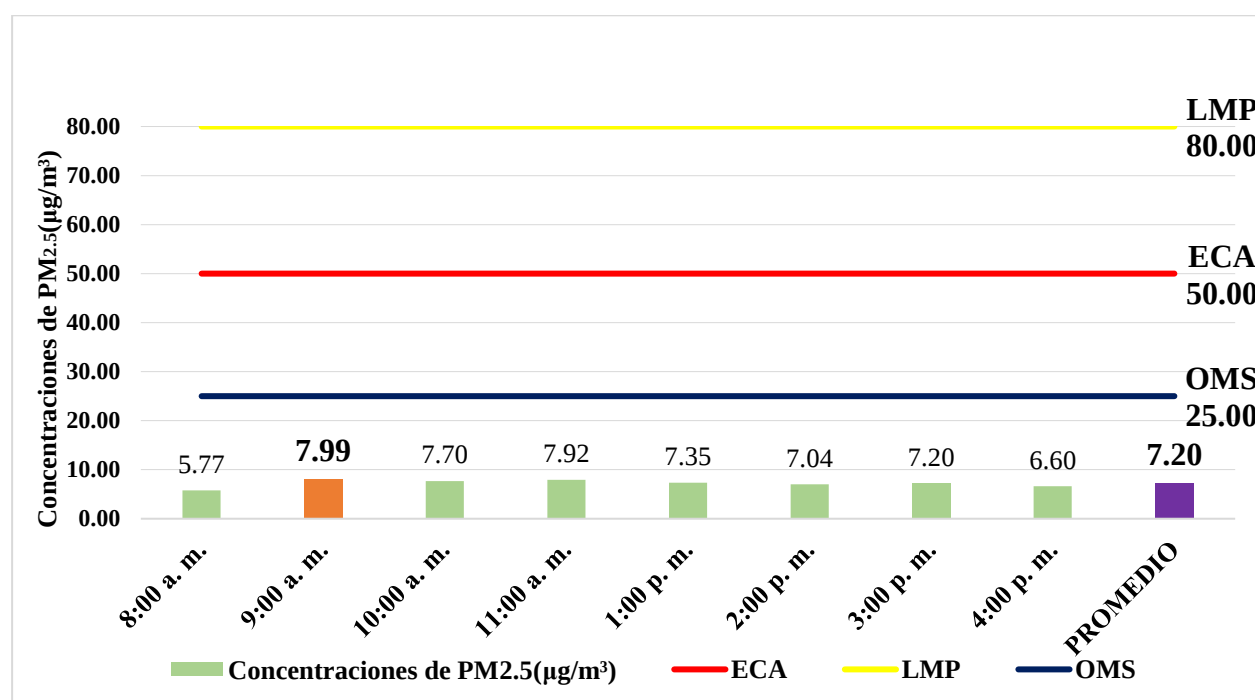


Figura. 31 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 30/10/2023.

Tabla 42. Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 30/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	10.73
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	16.22
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	13.99
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	17.21
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	14.14
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	12.62
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	13.61
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	30/10/2023	12.67
PROMEDIO						13.90
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

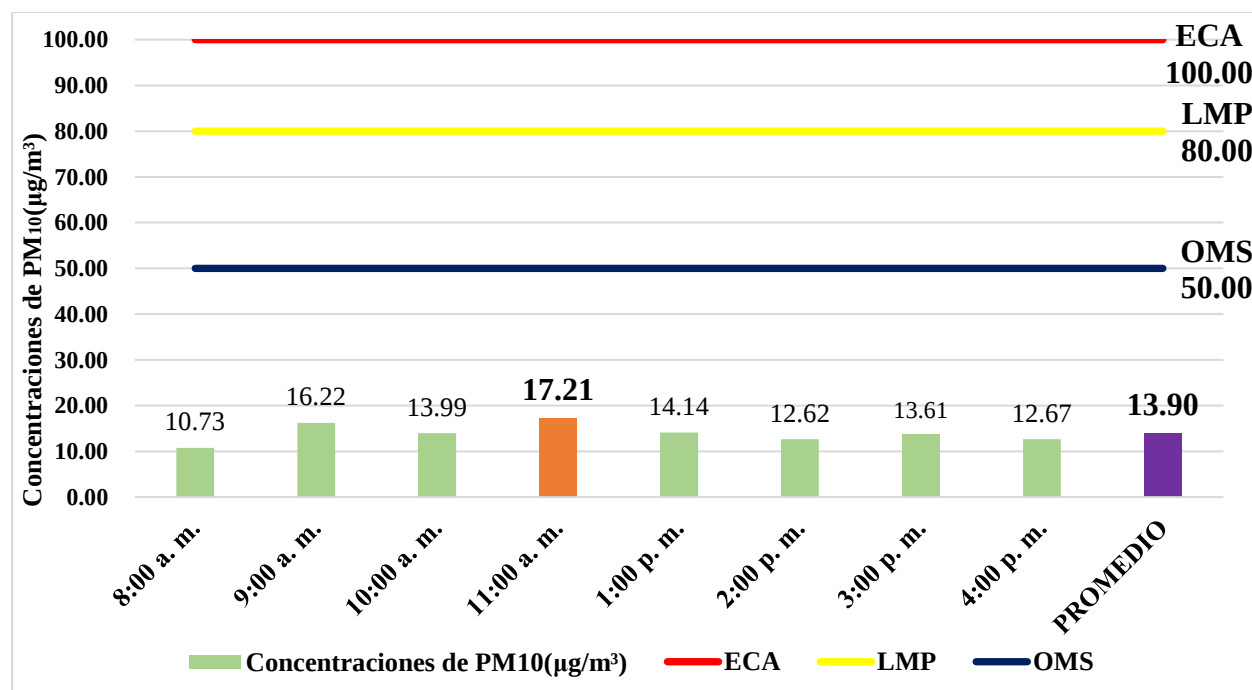


Figura. 32 Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 30/10/2023.

Tabla 43. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 09/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	7.10
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	6.08
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	8.85
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	5.90
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	7.80
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	7.34
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	6.45
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	4.22
PROMEDIO						6.72
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

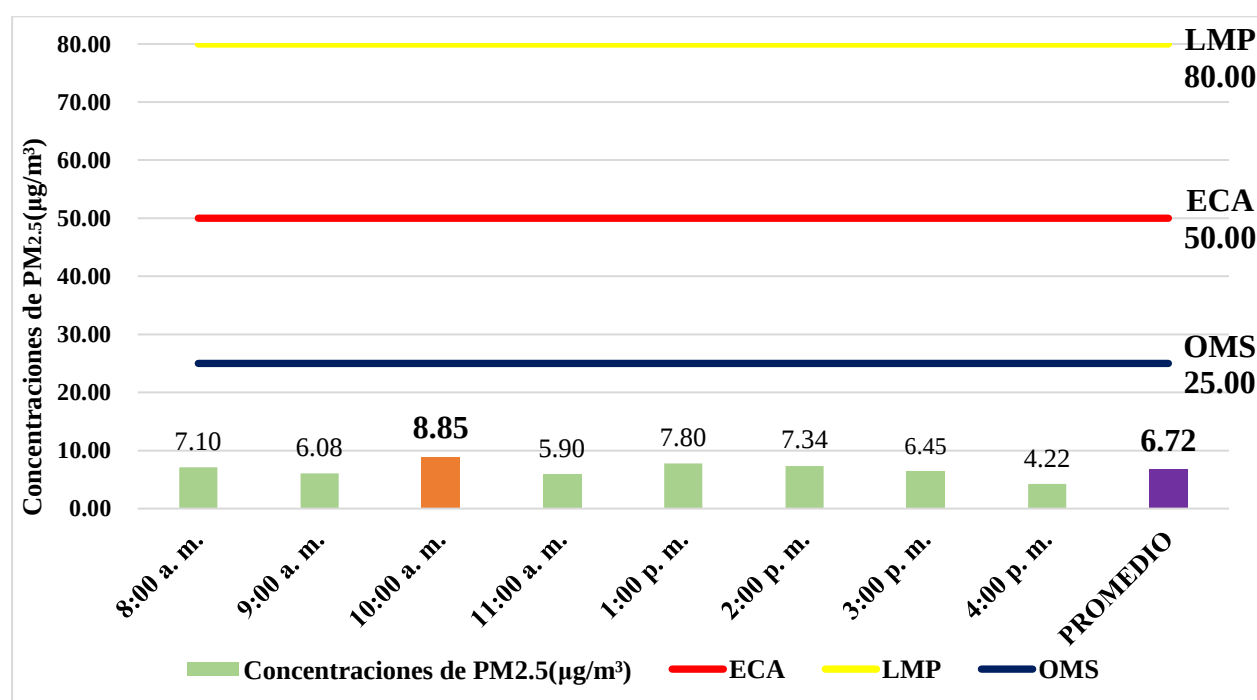


Figura. 33 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 09/11/2023.

Tabla 44. Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 09/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	11.69
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	14.73
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	17.06
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	10.60
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	12.06
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	12.88
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	9.11
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	09/11/2023	5.56
PROMEDIO						11.71
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

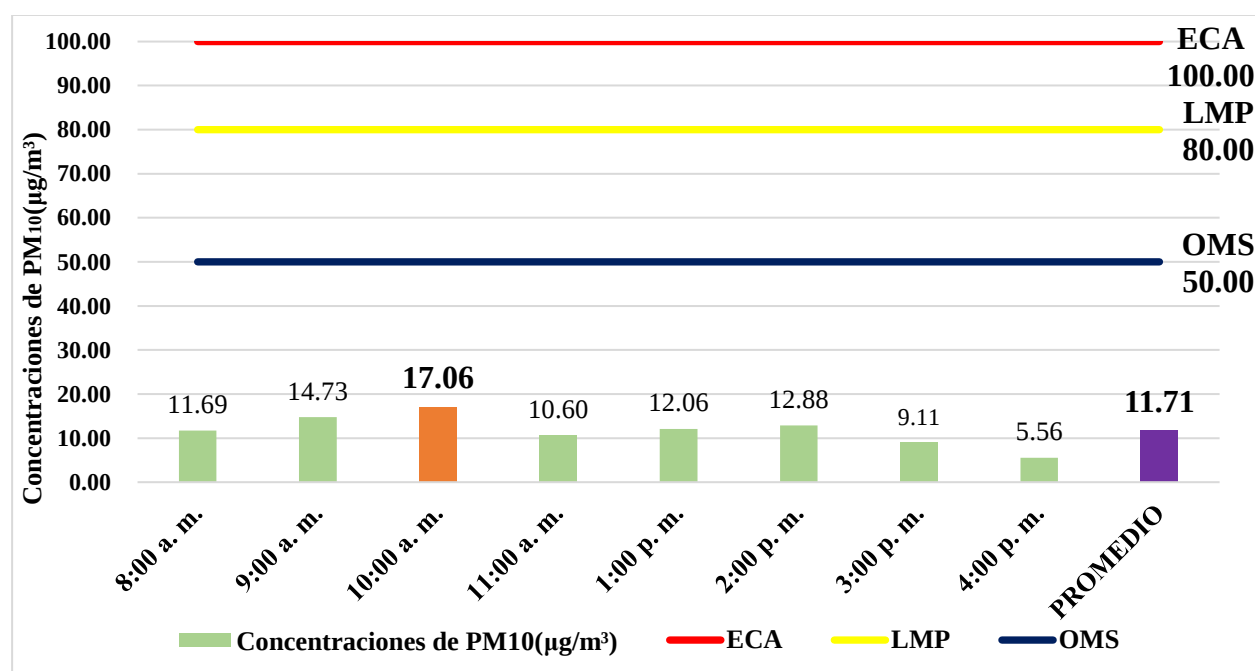


Figura. 34 Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 09/11/2023.

Tabla 45. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 15/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	6.50
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	7.73
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	6.49
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	7.49
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	7.64
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	6.78
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	6.04
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	4.69
PROMEDIO						6.67
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

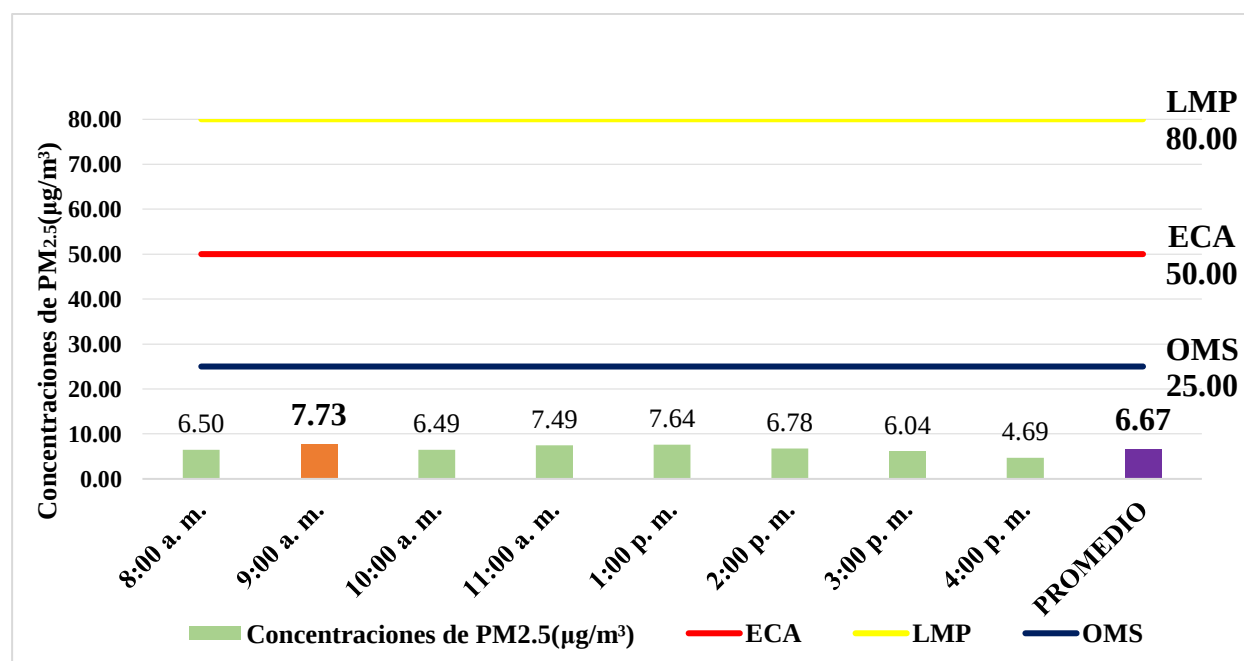


Figura. 35 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 15/11/2023.

Tabla 46. Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 15/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	8.56
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	12.61
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	9.25
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	11.21
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	12.37
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	10.17
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	8.75
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	15/11/2023	7.52
PROMEDIO						10.05
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

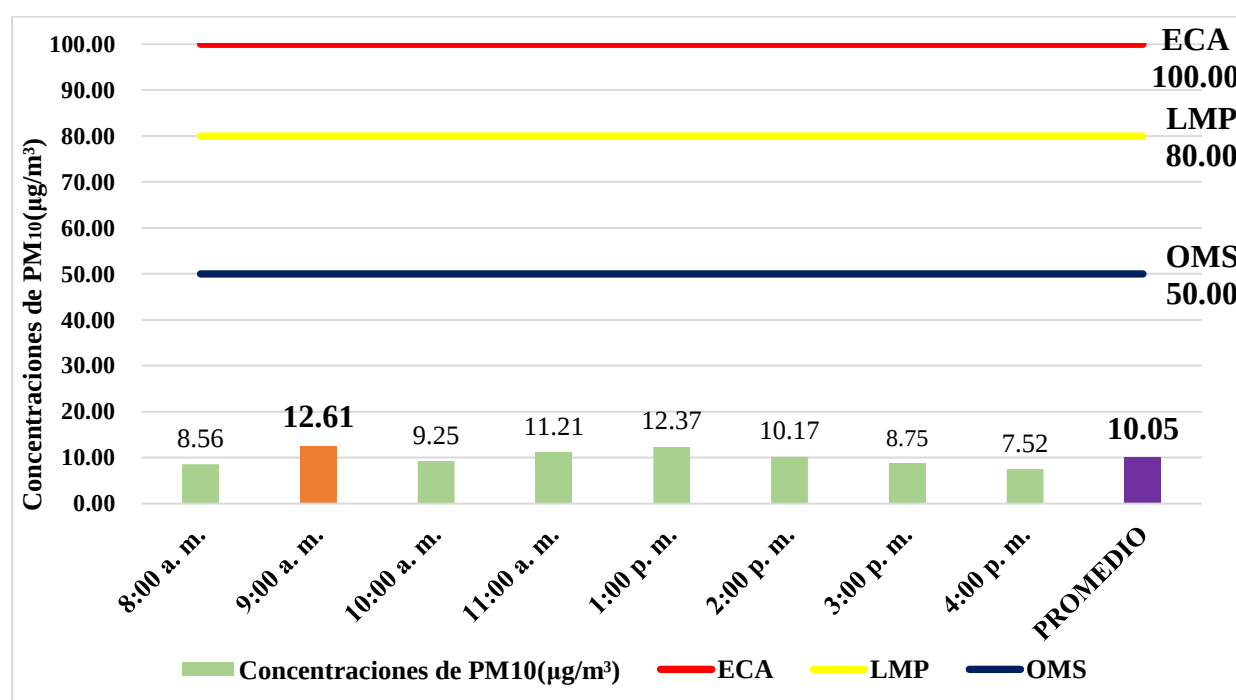


Figura. 36 Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 15/11/2023.

Tabla 47. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 21/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	6.83
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	8.08
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	7.54
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	8.48
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	7.42
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	6.38
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	6.89
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	6.91
PROMEDIO						7.32
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

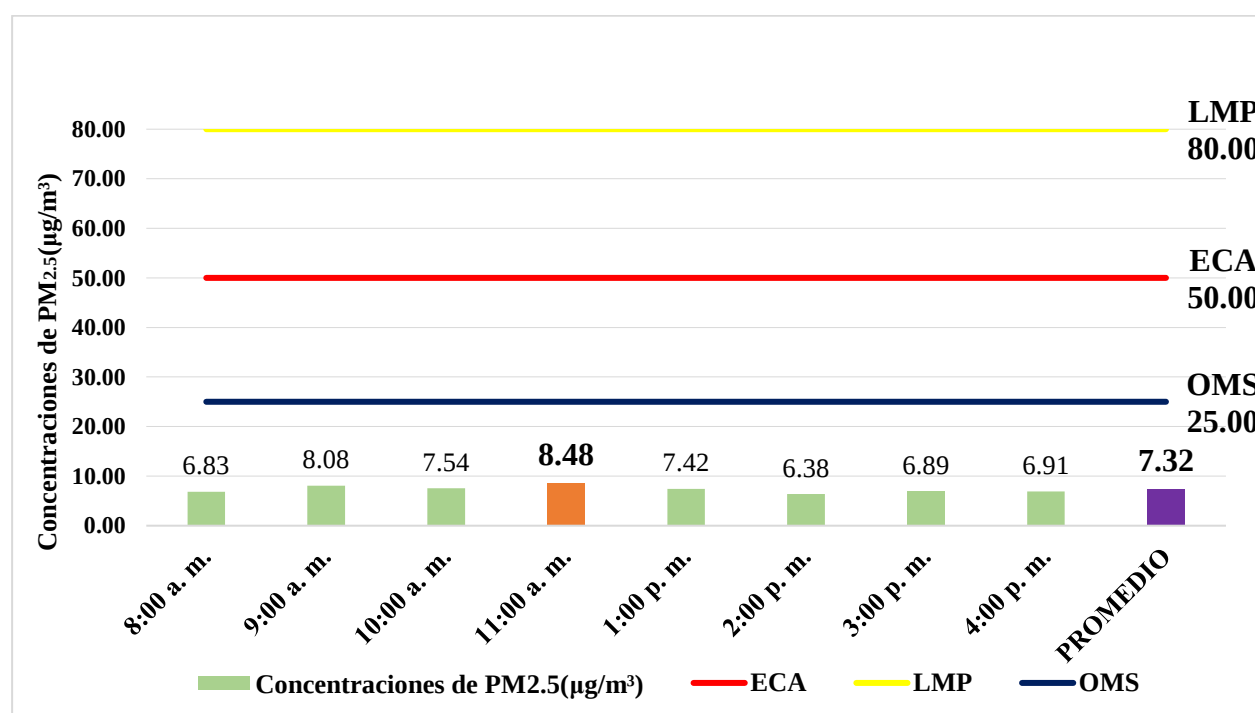


Figura. 37 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Calcinación - 21/11/2023.

Tabla 48. Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 21/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	9.61
9:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	11.84
10:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	10.59
11:00 AM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	12.11
1:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	10.14
2:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	11.05
3:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	12.97
4:00 PM	Calcinación	788997.39	9255621.81	3072.00	21/11/2023	10.47
PROMEDIO						11.10
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

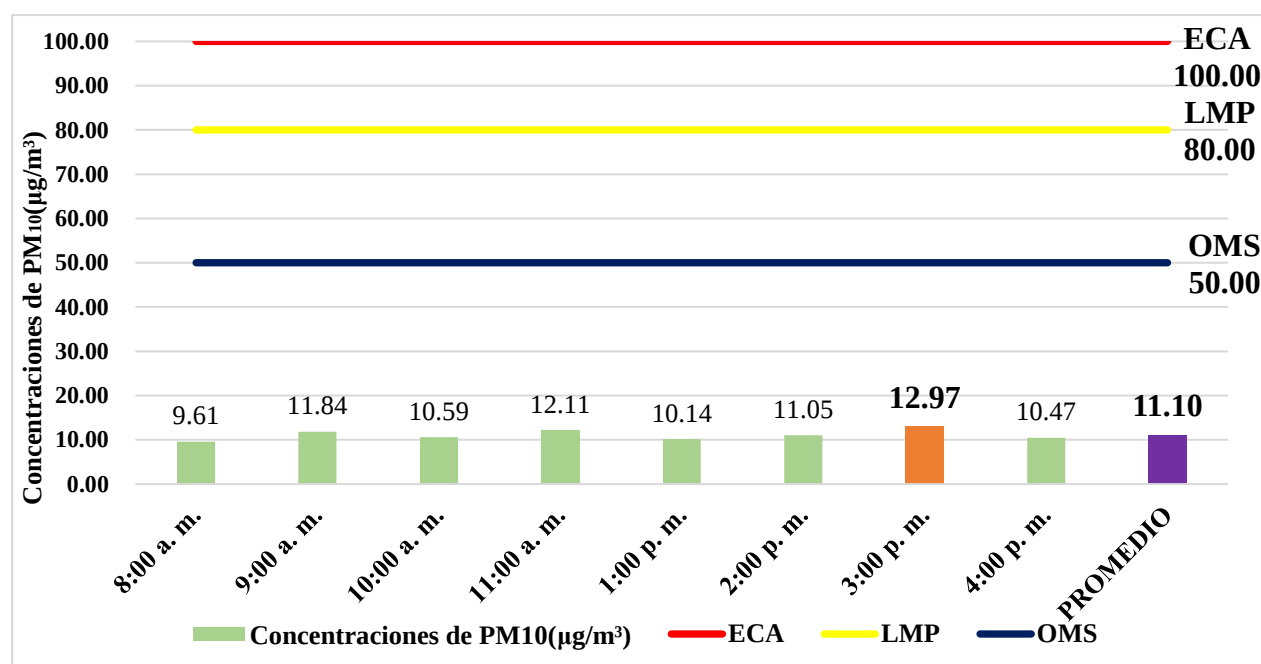


Figura. 38 Concentraciones de PM_{10} en Calcinación - 21/11/2023.

Tabla 49. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 04/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	5.64
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	6.24
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	7.49
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	6.10
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	6.01
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	4.02
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	2.69
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	6.79
PROMEDIO						5.62
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

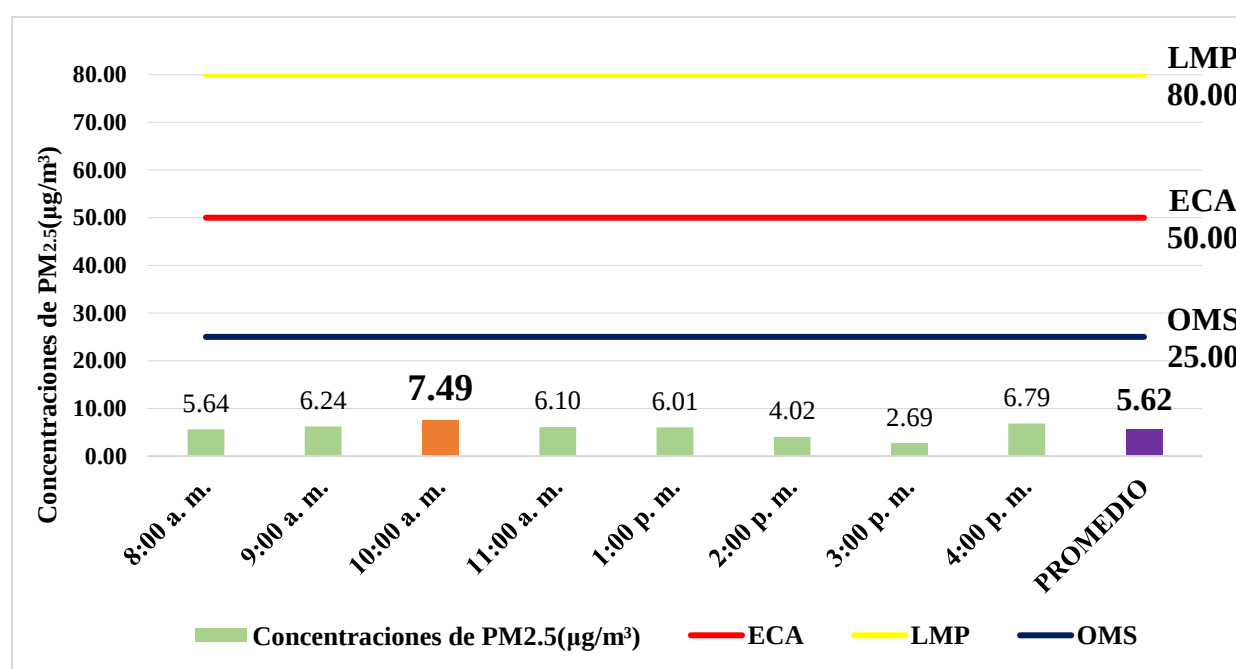


Figura. 39 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 04/10/2023.

Tabla 50. Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 04/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	10.00
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	9.30
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	14.51
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	11.68
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	12.44
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	11.83
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	3.78
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	04/10/2023	13.99
PROMEDIO						10.94
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

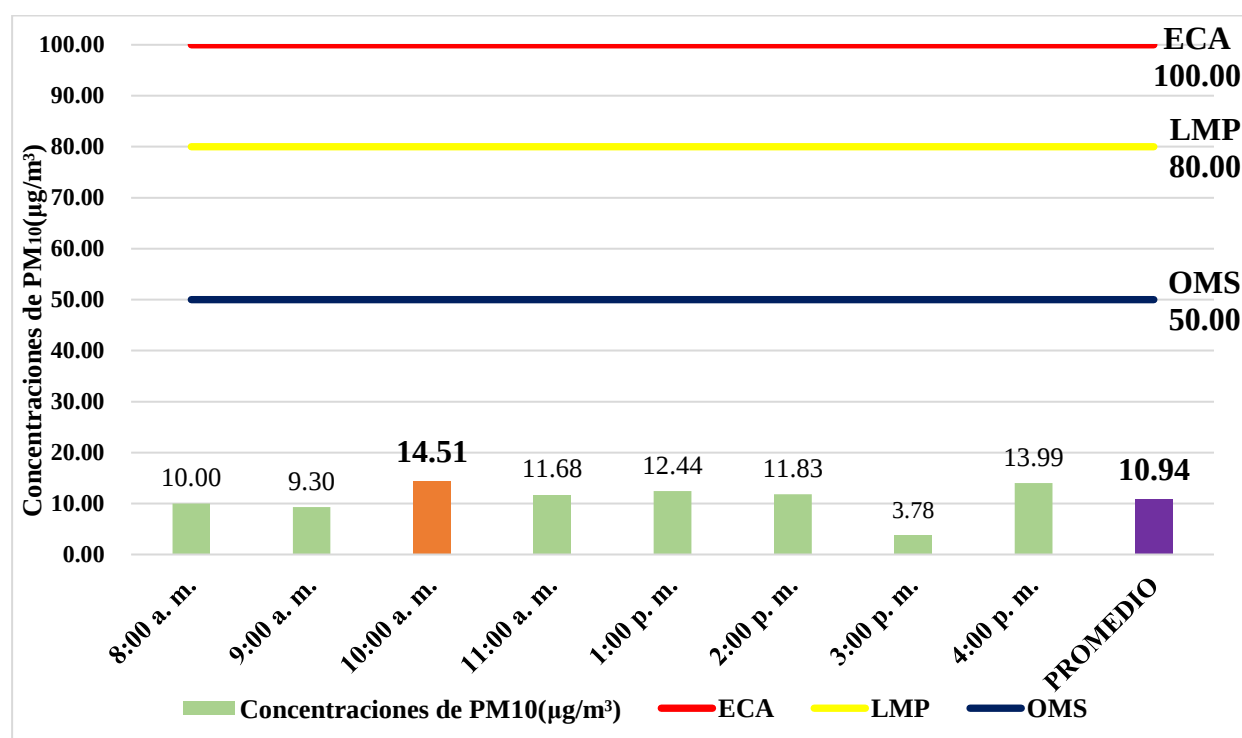


Figura. 40 Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 04/10/2023.

Tabla 51. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 12/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	3.30
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	2.81
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	3.97
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	4.81
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	3.66
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	4.17
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	4.90
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	2.28
PROMEDIO						3.74
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

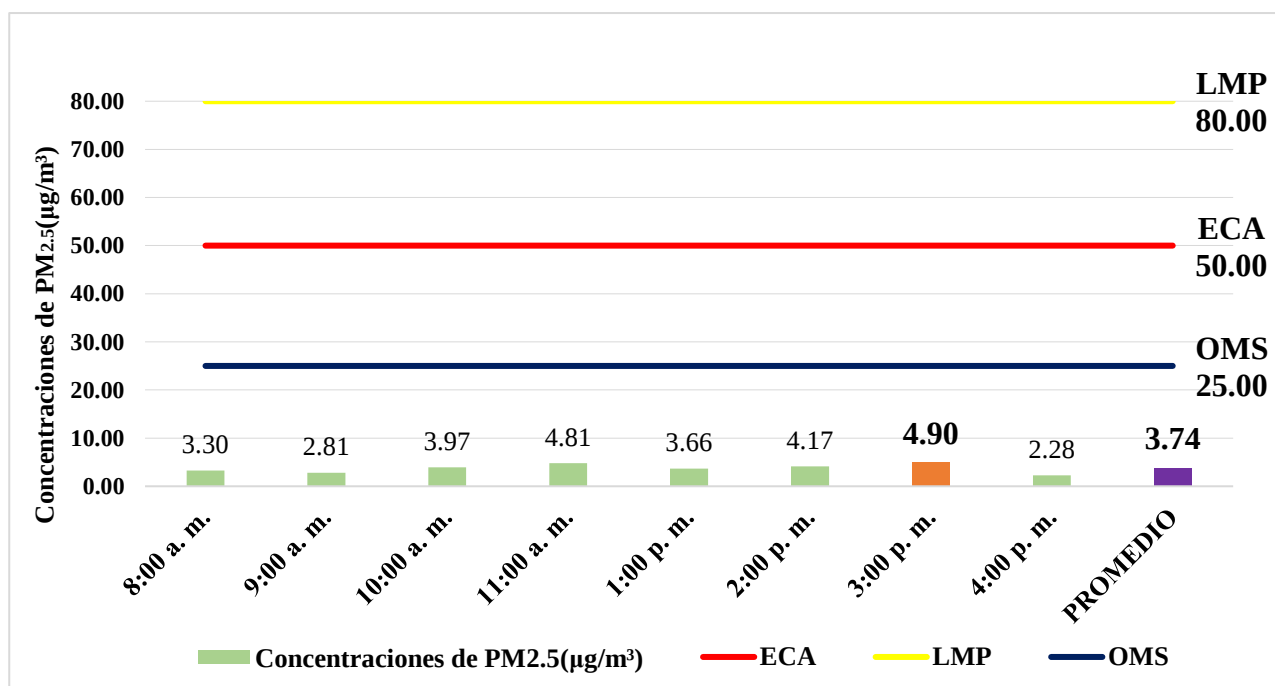


Figura. 41 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 12/10/2023.

Tabla 52. Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 12/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	5.27
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	4.57
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	5.11
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	6.97
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	6.58
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	7.74
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	9.15
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	12/10/2023	3.73
PROMEDIO						6.14
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

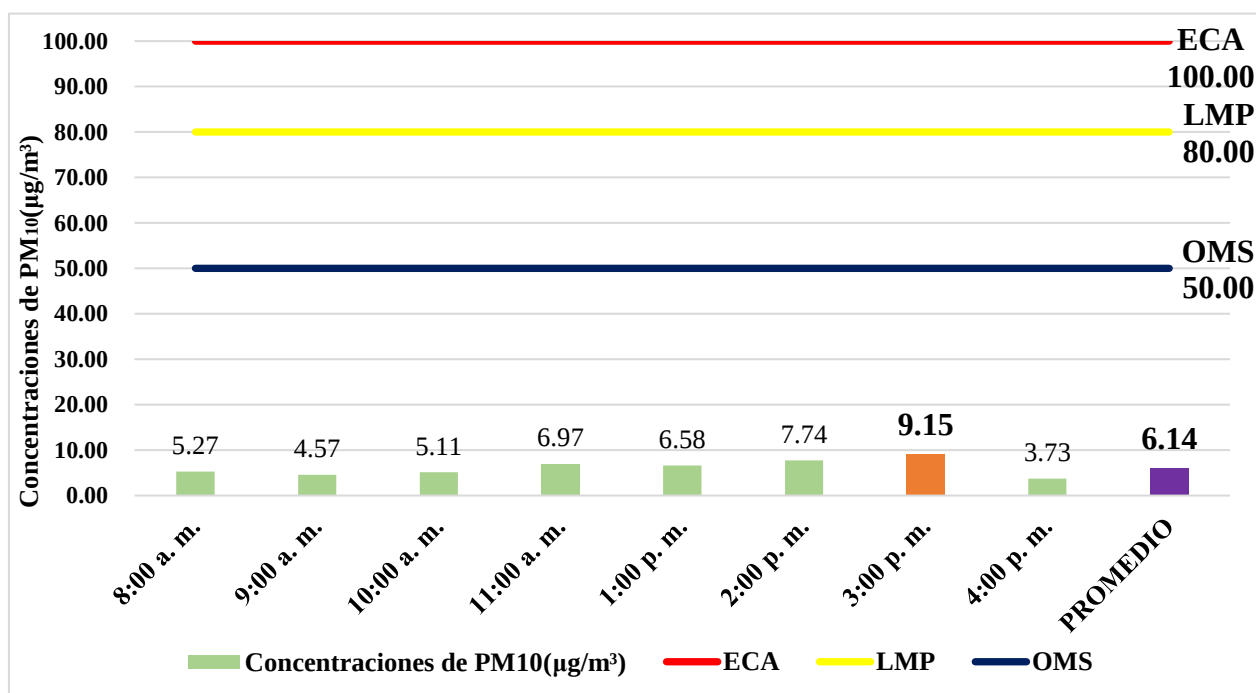


Figura. 42 Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 12/10/2023.

Tabla 53. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 20/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	3.73
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	4.63
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	4.81
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	4.49
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	6.73
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	6.93
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	4.66
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	6.67
PROMEDIO						5.33
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

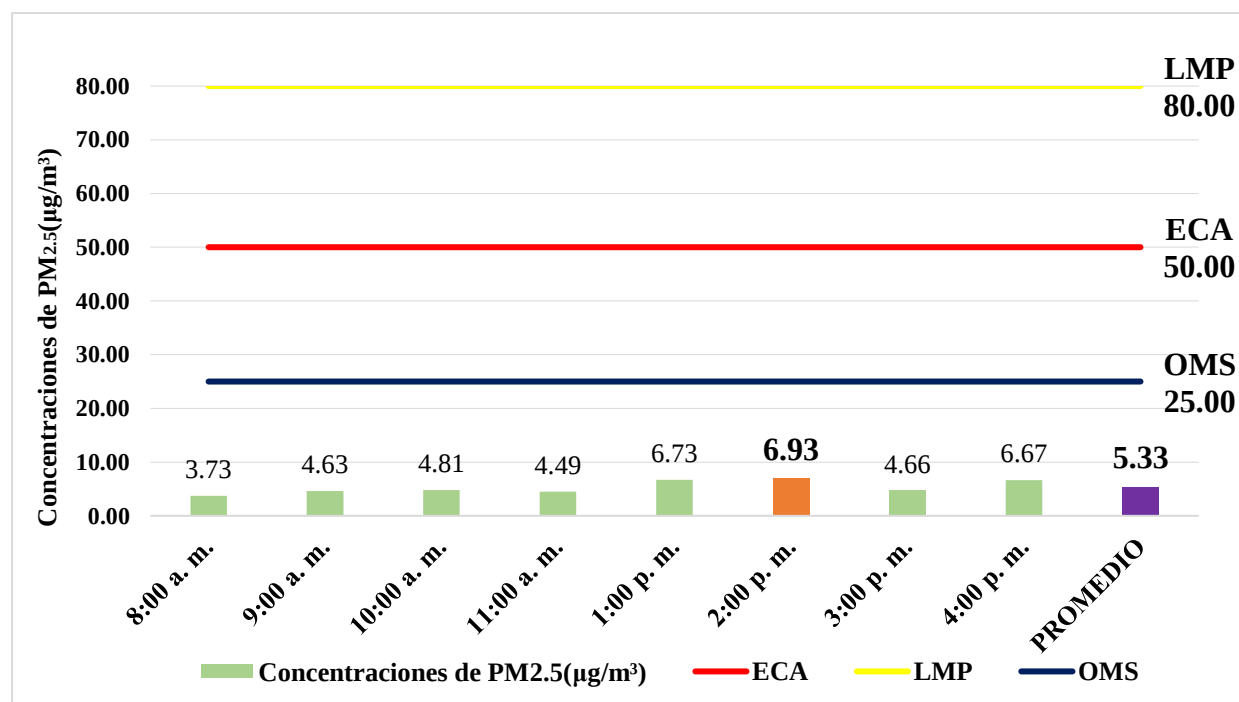


Figura. 43 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 20/10/2023.

Tabla 54. Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 20/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	5.67
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	6.34
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	6.31
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	5.59
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	9.51
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	8.83
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	5.77
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	20/10/2023	9.33
PROMEDIO						7.17
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

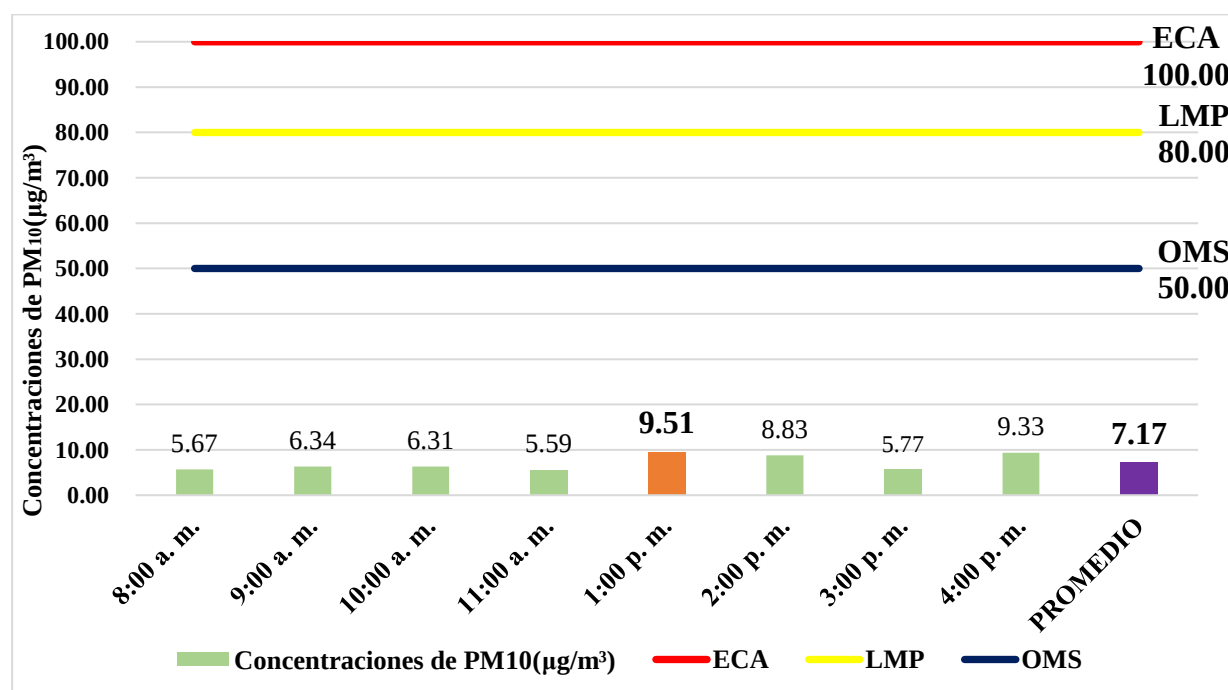


Figura. 44 Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 20/10/2023.

Tabla 55. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 23/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	4.63
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	4.30
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	4.68
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	5.38
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	8.64
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	7.46
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	7.72
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	5.65
PROMEDIO						6.06
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

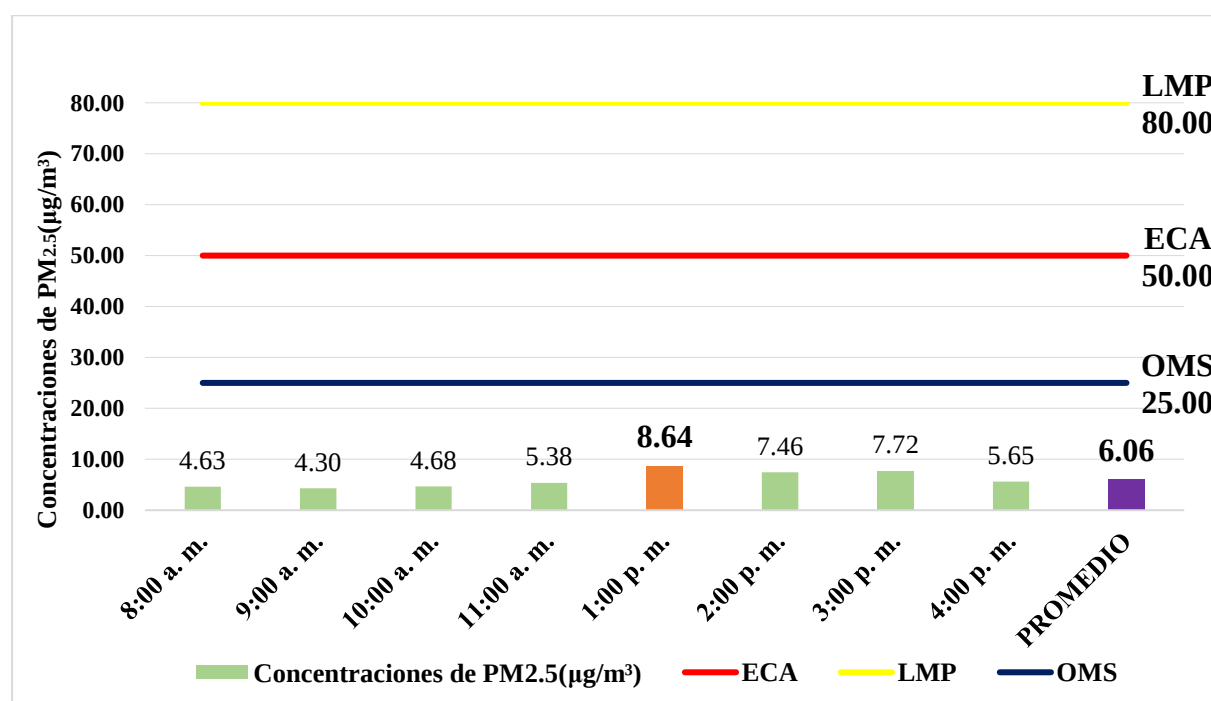


Figura. 45 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 23/10/2023.

Tabla 56. Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 23/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	6.24
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	5.74
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	5.97
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	6.57
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	12.05
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	9.83
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	11.25
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	23/10/2023	9.63
PROMEDIO						8.41
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

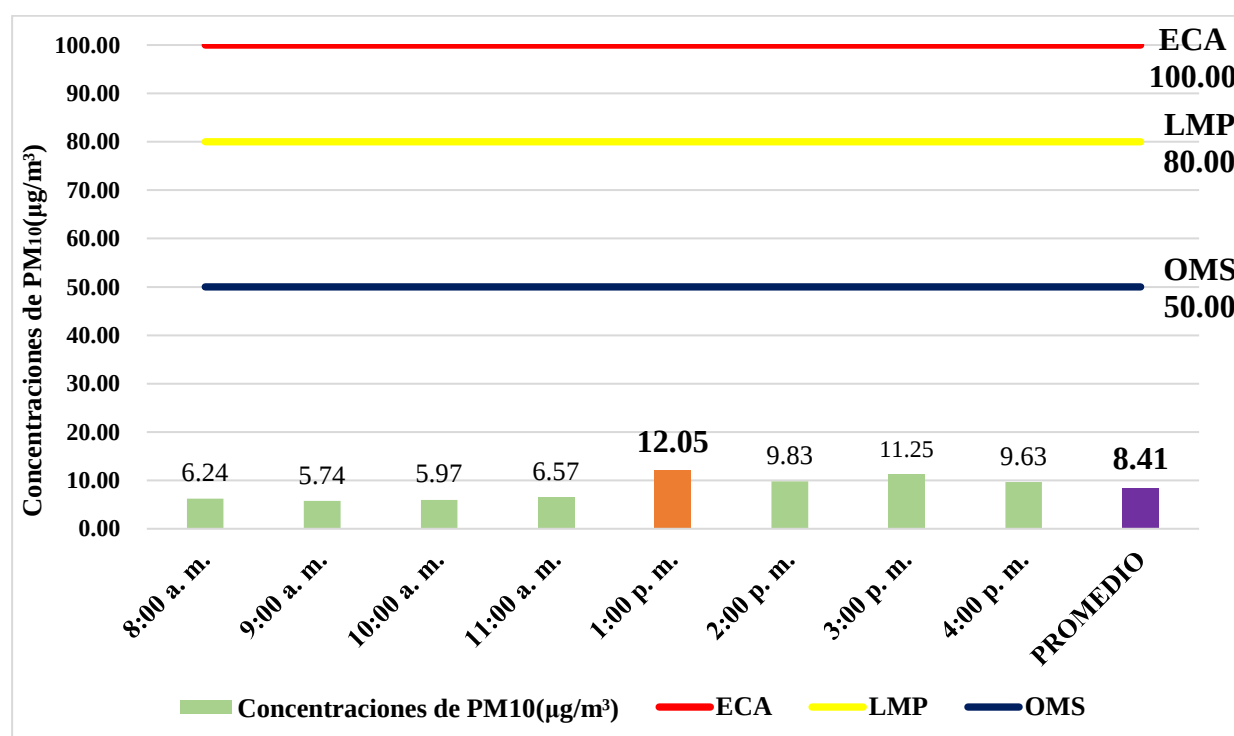


Figura. 46 Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 23/10/2023.

Tabla 57. Concentraciones de PM_{2.5} en Chancado y Molienda - 31/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	4.41
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	5.26
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	5.51
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	4.84
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	7.93
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	7.91
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	6.81
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	5.60
PROMEDIO						6.03
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

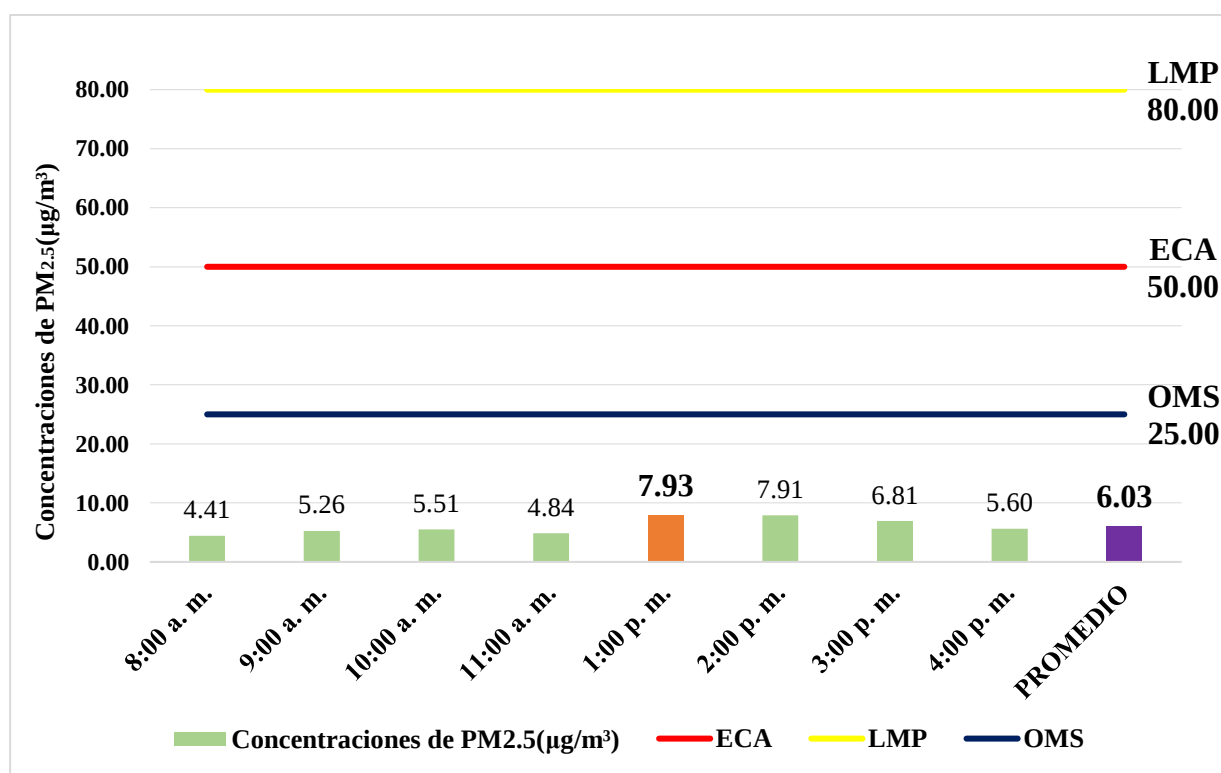


Figura. 47 Concentraciones de PM_{2.5} en Chancado y Molienda - 31/10/2023.

Tabla 58. Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 31/10/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	5.58
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	7.34
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	6.57
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	6.60
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	12.57
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	11.80
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	10.39
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	31/10/2023	7.52
PROMEDIO						8.55
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

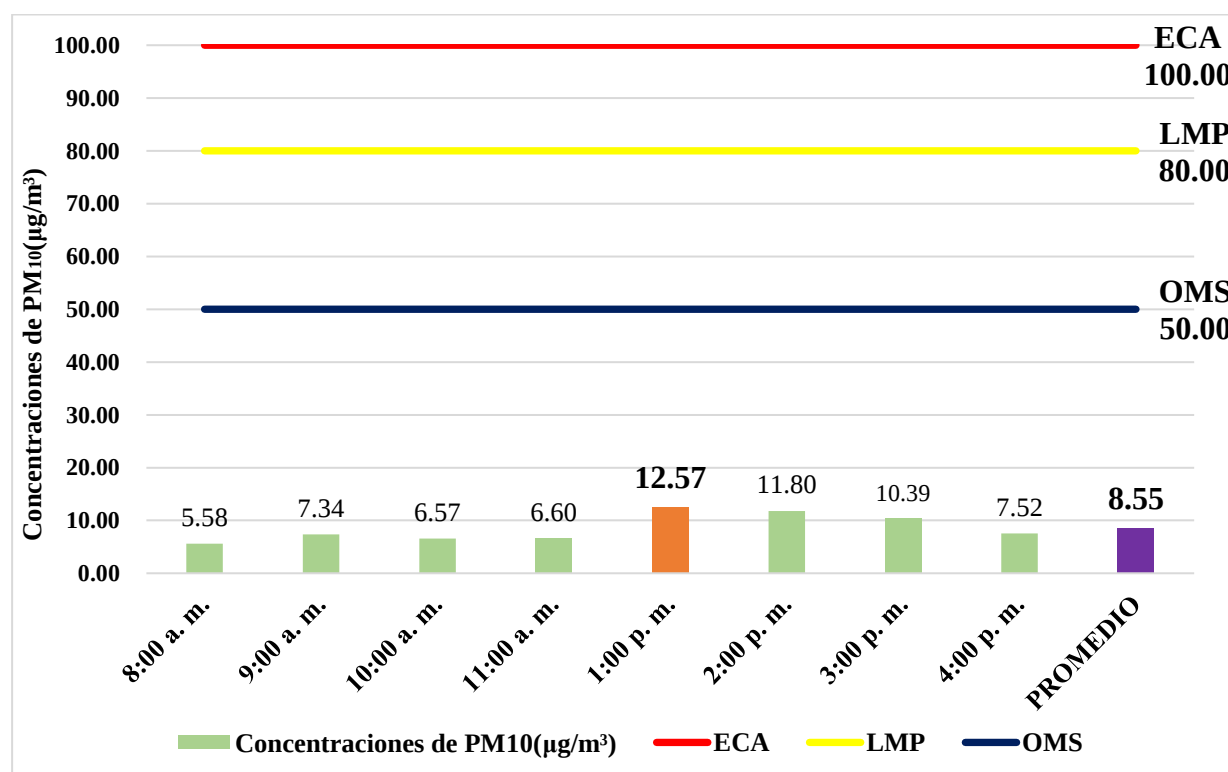


Figura. 48 Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 31/10/2023.

Tabla 59. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 10/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	4.76
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	5.97
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	5.68
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	6.04
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	8.56
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	6.93
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	4.98
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	4.99
PROMEDIO						5.99
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

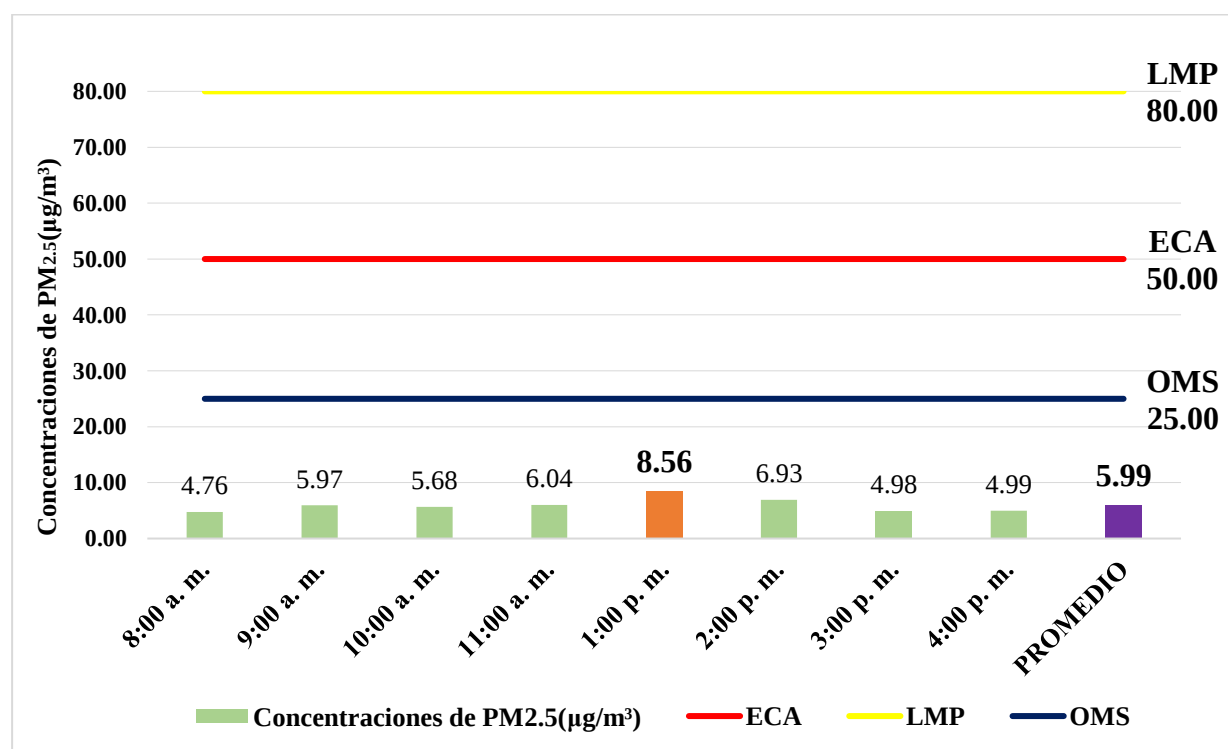


Figura. 49 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 10/11/2023.

Tabla 60. Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 10/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	6.44
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	7.42
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	7.38
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	8.06
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	12.01
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	9.12
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	6.21
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	10/11/2023	5.90
PROMEDIO						7.82
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

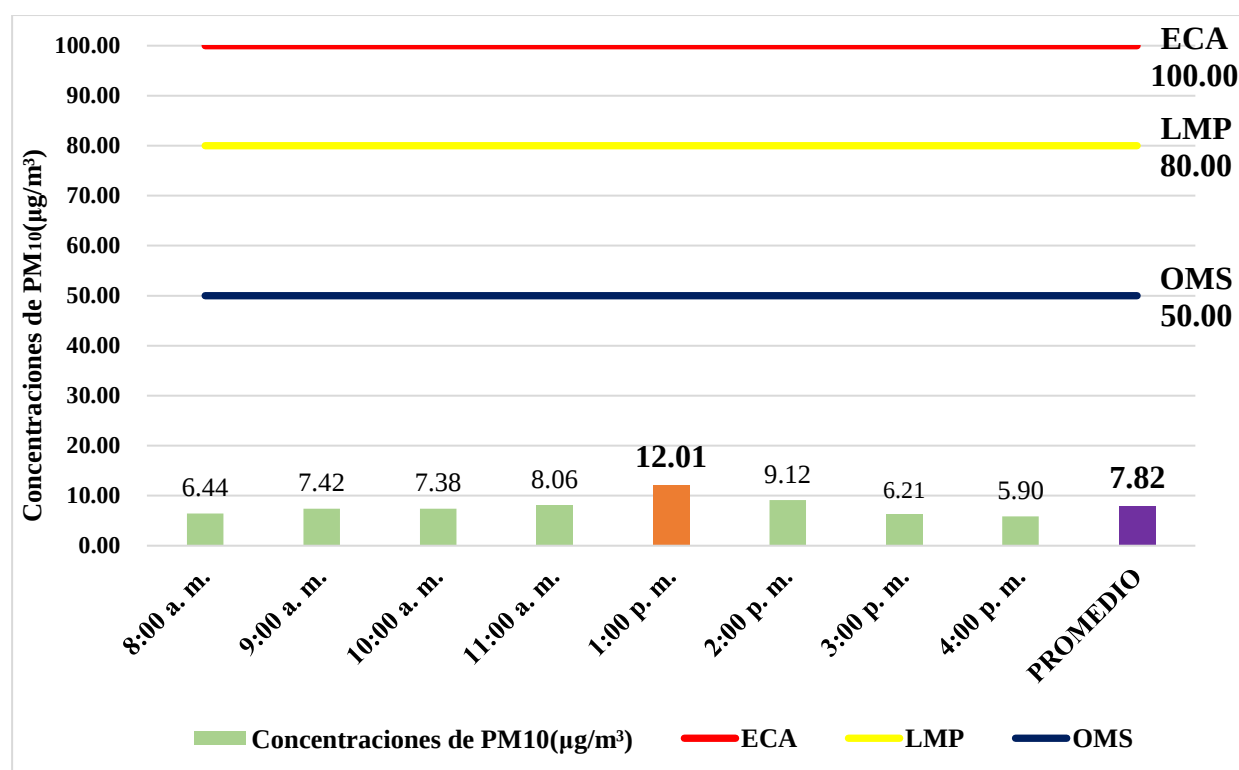


Figura. 50 Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 10/11/2023.

Tabla 61. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 16/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	4.53
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	6.66
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	6.27
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	7.83
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	9.38
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	8.92
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	6.29
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	3.68
PROMEDIO						6.69
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

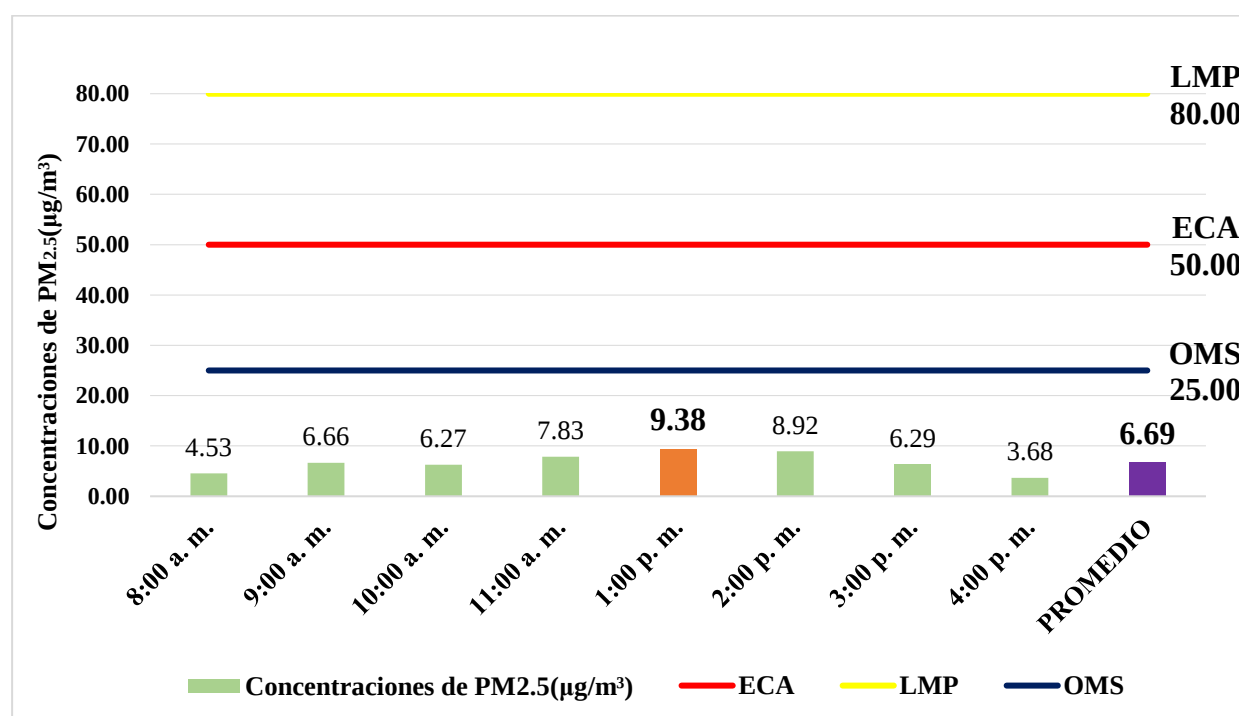


Figura. 51 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 16/11/2023.

Tabla 62. Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 16/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	5.48
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	7.83
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	7.30
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	10.11
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	14.11
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	11.17
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	7.77
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	16/11/2023	4.69
PROMEDIO						8.56
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

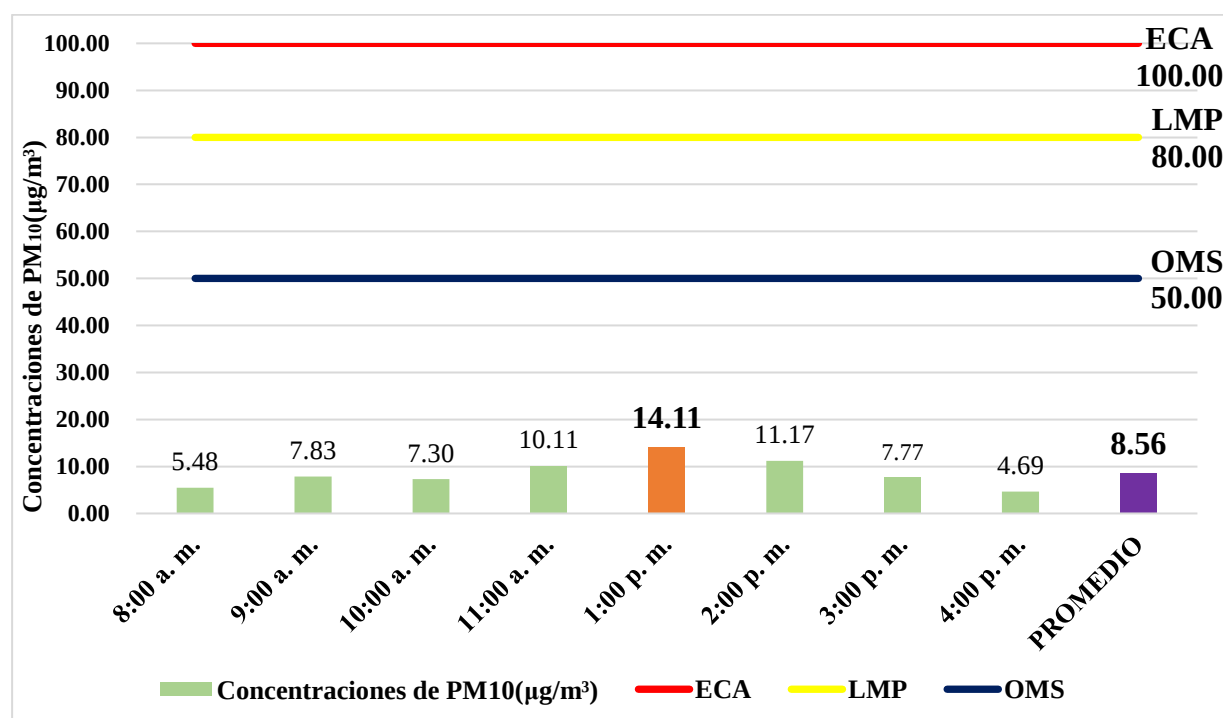


Figura. 52 Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 16/11/2023.

Tabla 63. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 22/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	3.99
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	4.82
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	5.94
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	6.41
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	7.47
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	10.43
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	7.57
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	5.22
PROMEDIO						6.48
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

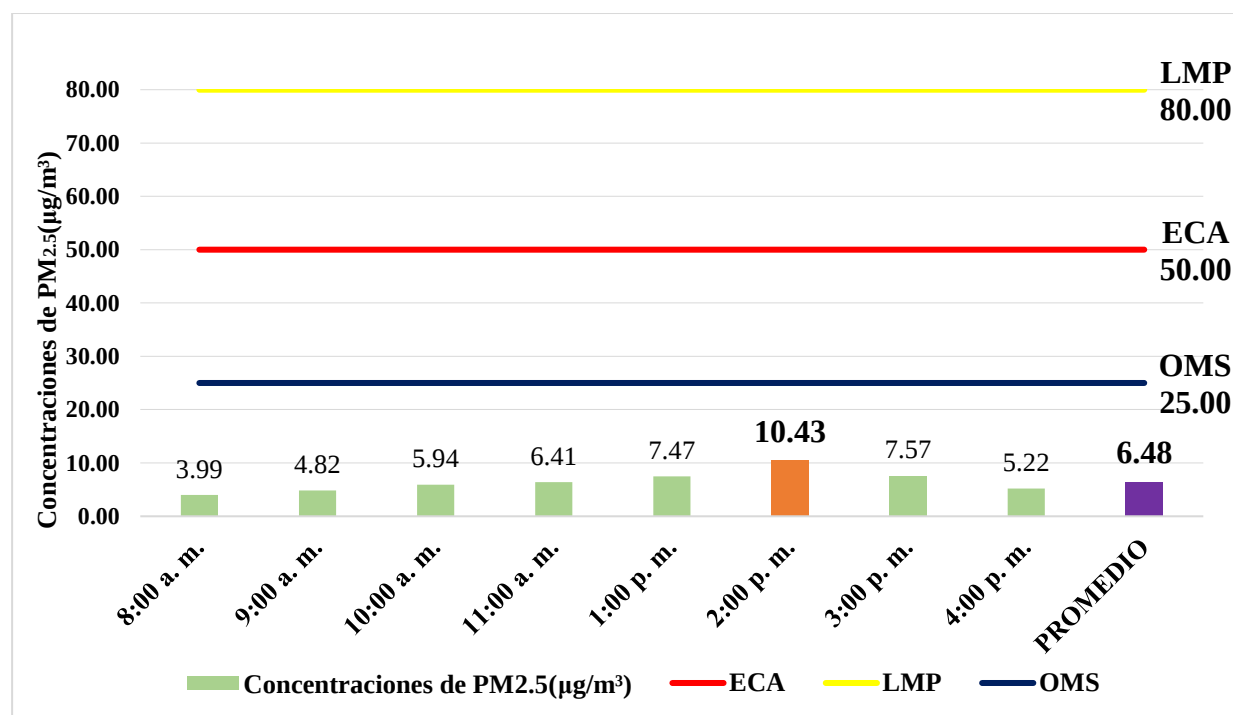


Figura. 53 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en Chancado y Molienda - 22/11/2023.

Tabla 64. Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 22/11/2023.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	4.77
9:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	5.59
10:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	7.03
11:00 AM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	7.22
1:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	9.07
2:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	12.84
3:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	8.77
4:00 PM	Chancado y Molienda	768997.39	9255618.15	3073.00	22/11/2023	6.36
PROMEDIO						7.70
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

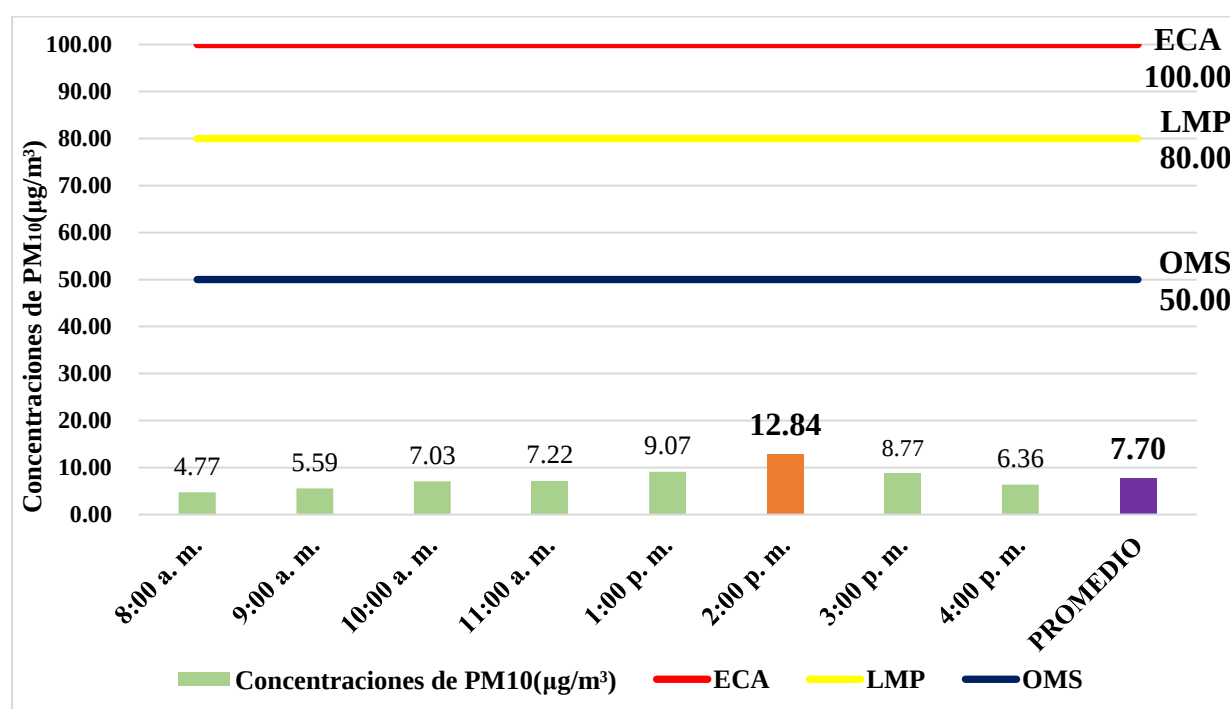


Figura. 54 Concentraciones de PM_{10} en Chancado y Molienda - 22/11/2023.

Tabla 65. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-04 - 25/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	2.32
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	2.34
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	2.65
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	2.59
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	2.48
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	2.21
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	2.43
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	2.58
PROMEDIO						2.45
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

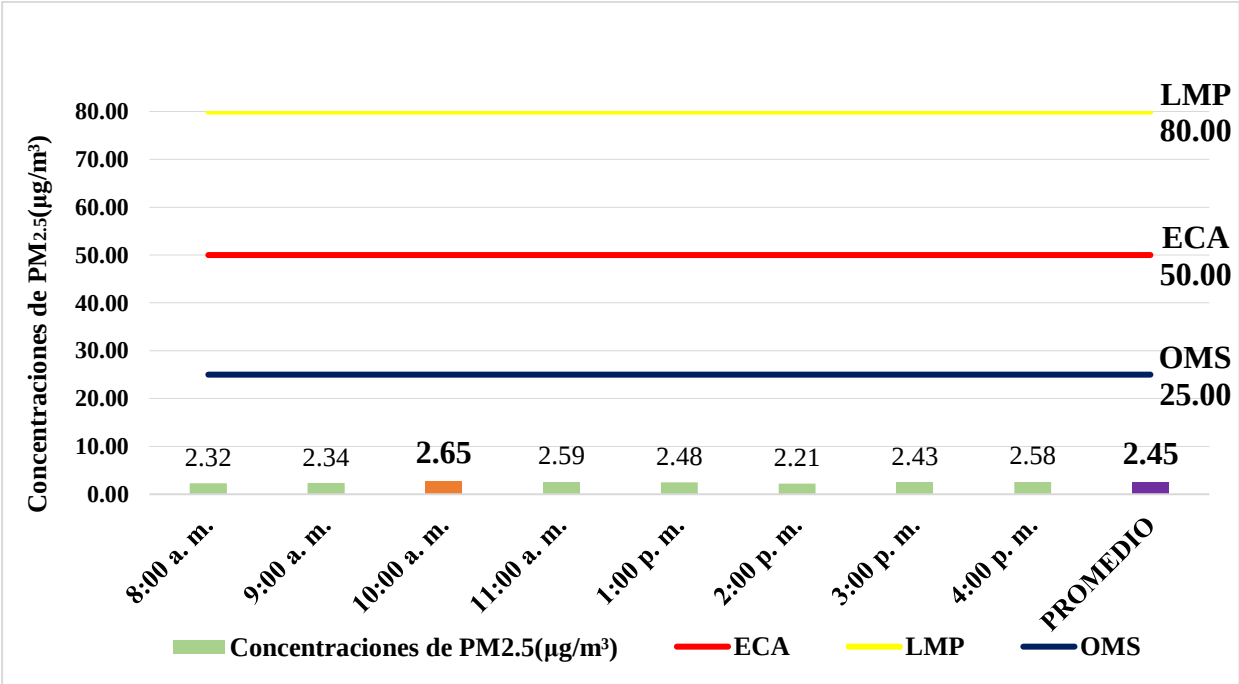


Figura. 55 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-04 - 25/11/2024.

Tabla 66. Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 25/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	4.58
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	5.33
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	4.38
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	5.03
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	4.98
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	5.25
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	4.85
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	25/11/2024	4.75
PROMEDIO						4.89
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

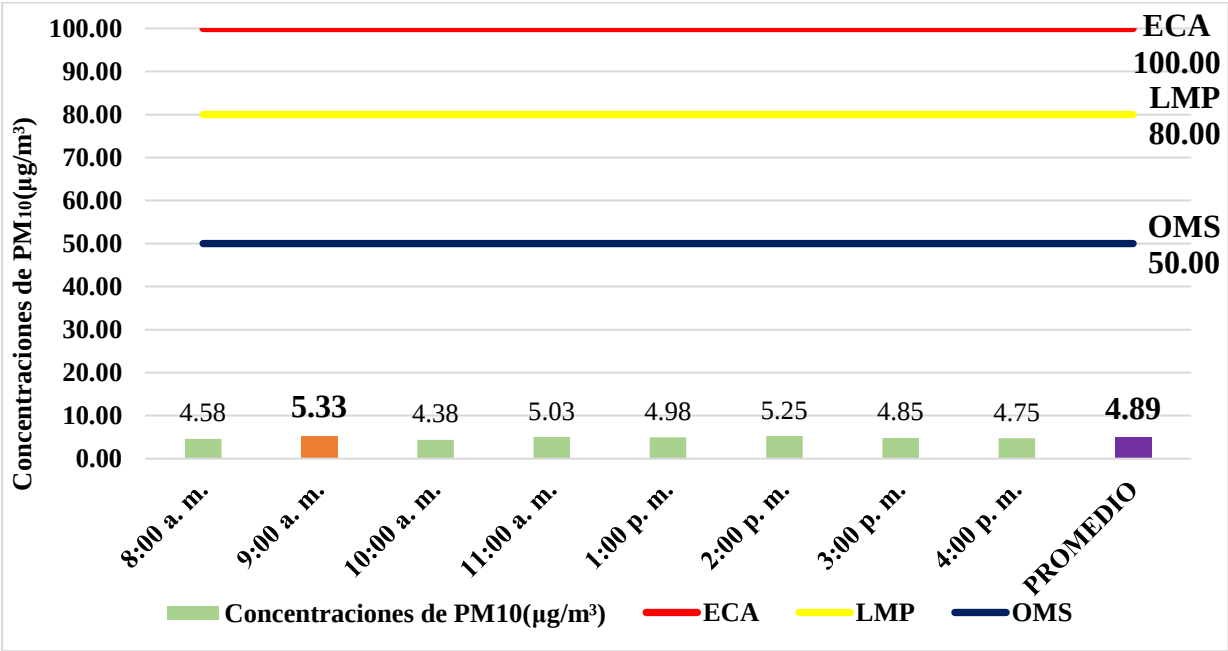


Figura. 56 Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 25/11/2024.

Tabla 67. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-04 - 29/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	2.65
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	2.94
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	3.15
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	2.37
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	2.64
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	3.39
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	2.76
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	3.32
PROMEDIO						2.90
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

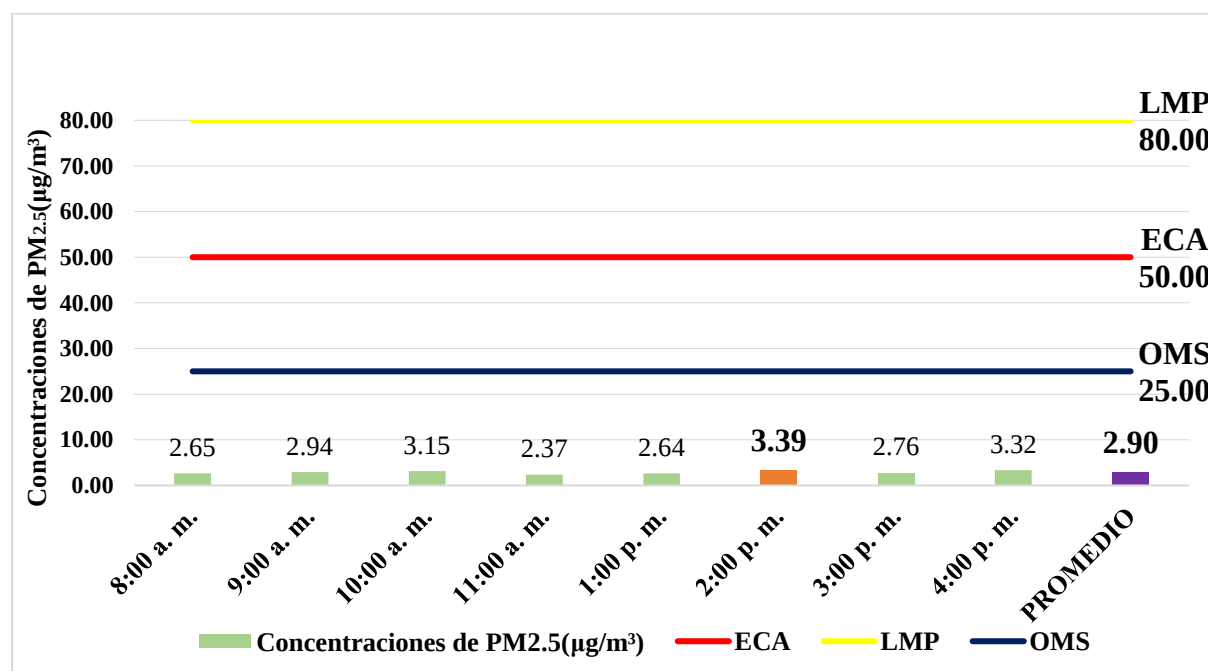


Figura. 57 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-04 - 29/11/2024.

Tabla 68. Concentraciones de PM_{10} en E-04 - 29/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	4.32
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	4.29
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	4.01
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	4.59
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	3.70
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	4.28
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	3.72
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	29/11/2024	2.99
PROMEDIO						3.99
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

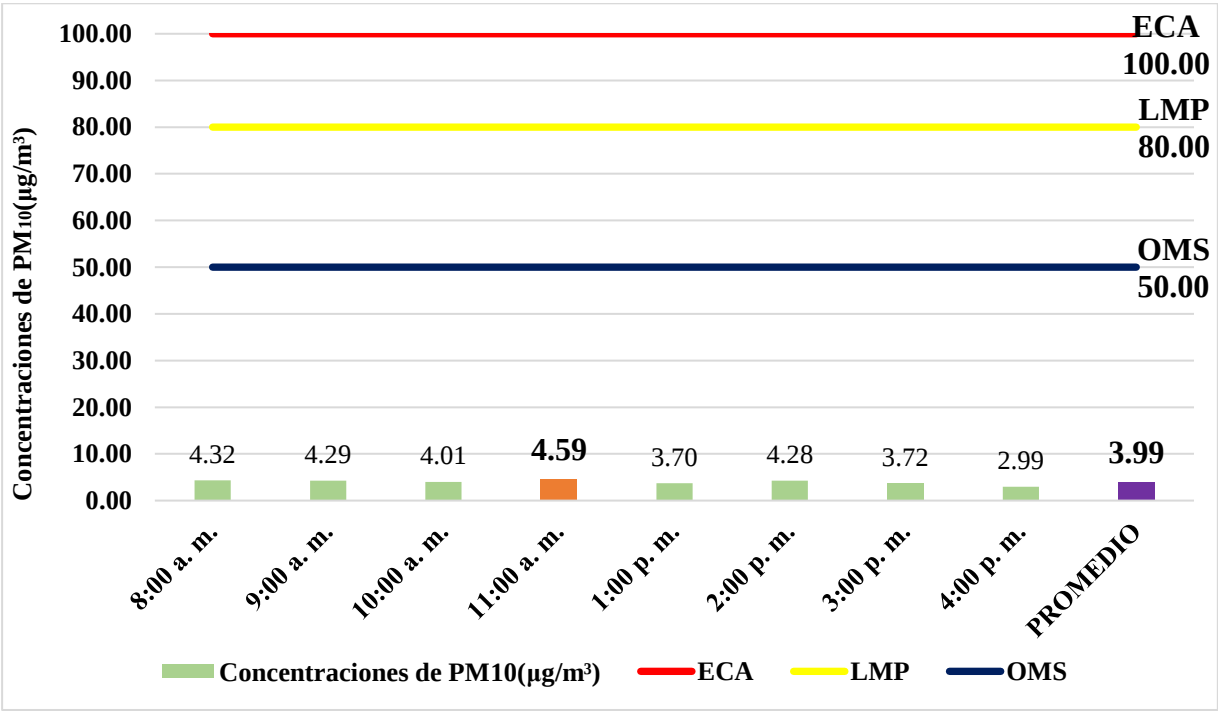


Figura. 58 Concentraciones de PM_{10} en E-04 - 29/11/2024.

Tabla 69. Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 03/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	2.23
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	2.33
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	2.33
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	2.51
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	2.58
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	2.88
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	2.75
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	2.02
PROMEDIO						2.45
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

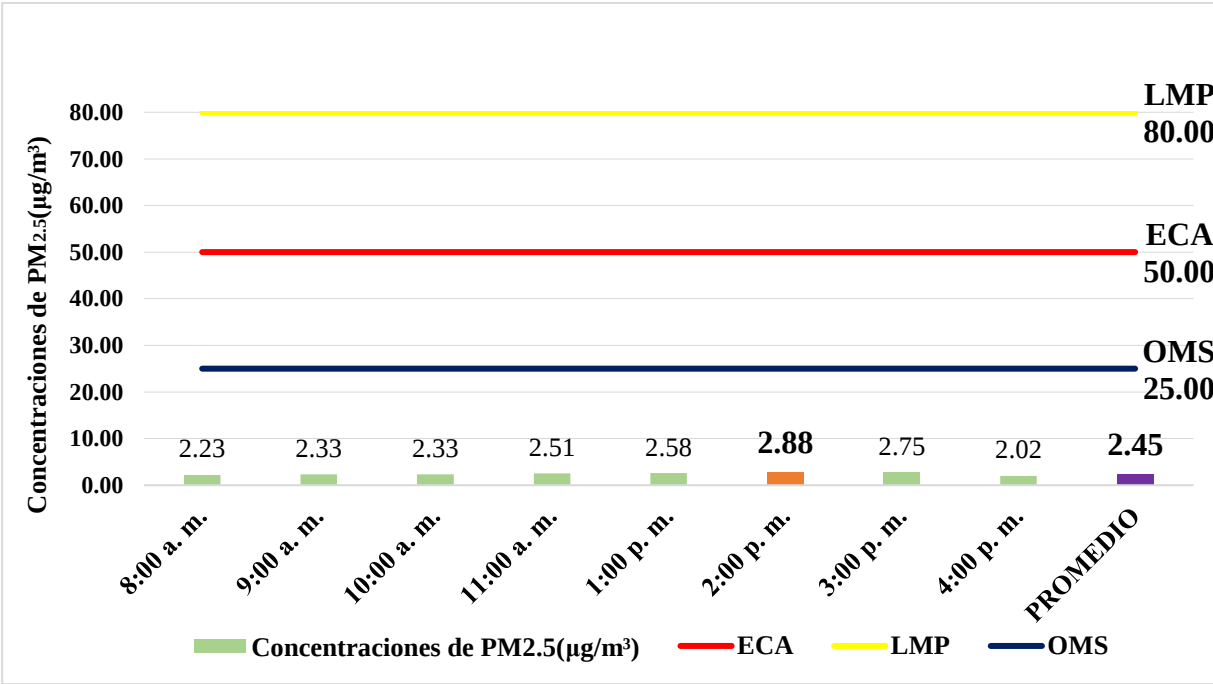


Figura. 59 Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 03/12/2024.

Tabla 70. Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 03/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	4.22
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	4.56
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	3.55
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	4.10
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	4.41
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	5.00
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	3.37
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	3/12/2024	4.11
PROMEDIO						4.16
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

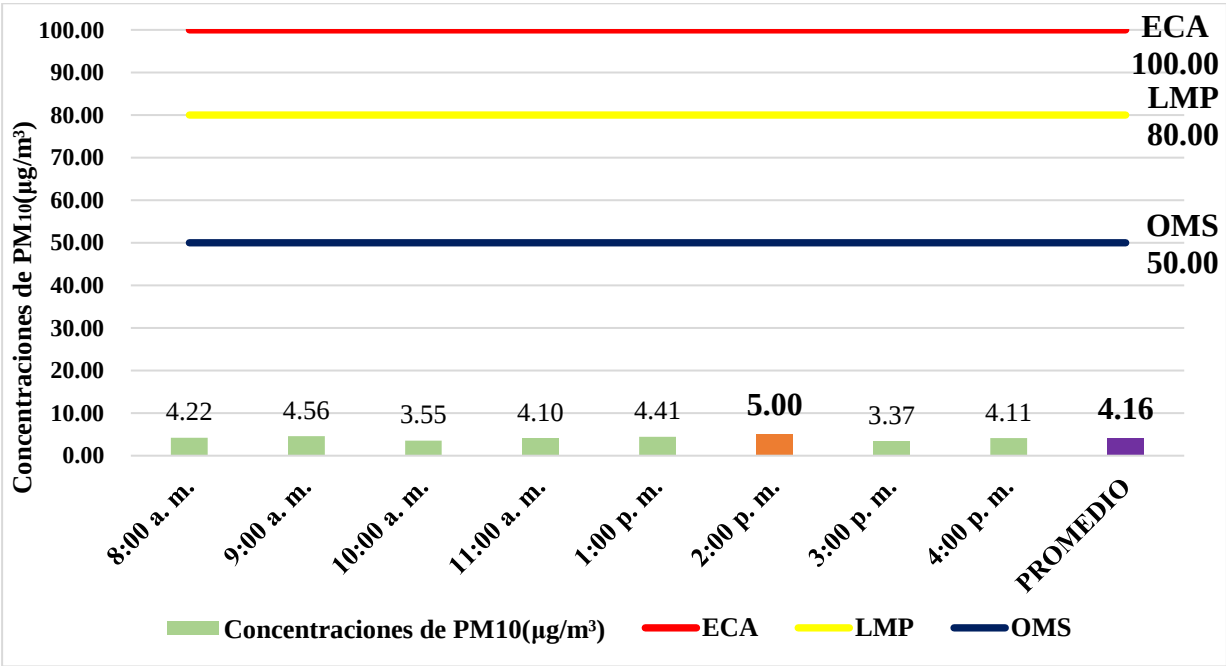


Figura. 60 Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 03/12/2024.

Tabla 71. Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 12/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	2.82
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	2.37
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	2.51
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	2.41
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	2.70
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	2.62
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	2.06
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	2.29
PROMEDIO						2.47
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

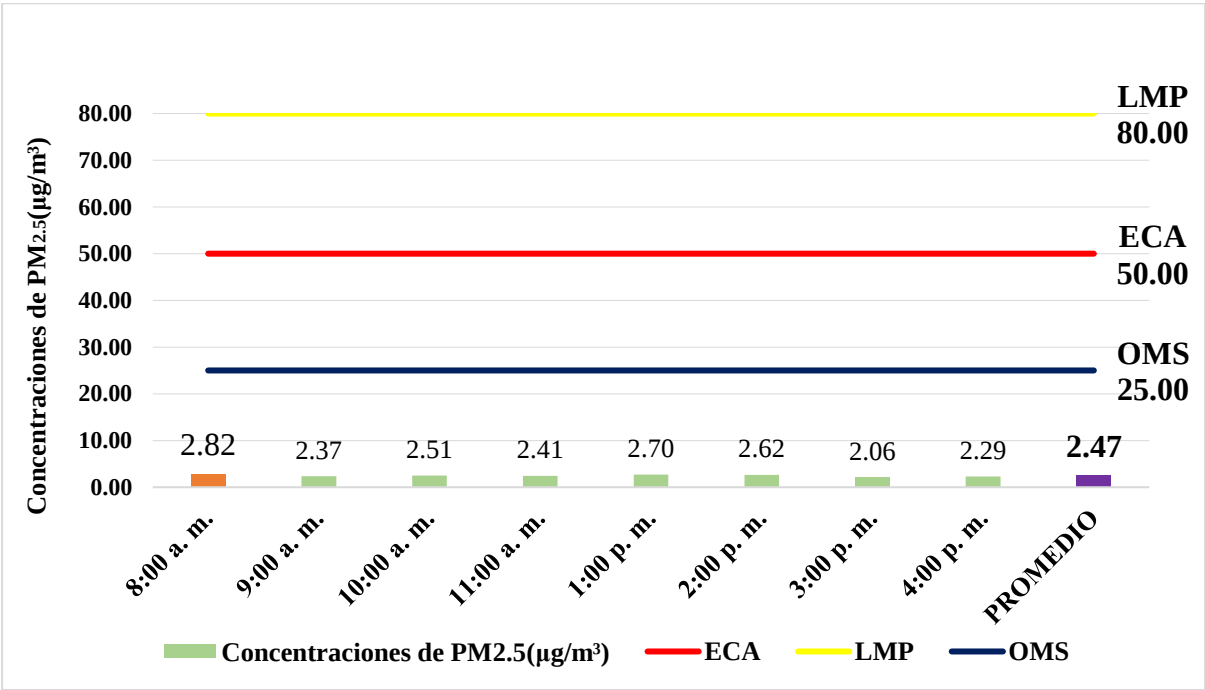


Figura. 61 Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 12/12/2024.

Tabla 72. Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 12/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	4.06
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	4.79
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	3.25
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	4.84
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	4.23
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	4.45
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	5.16
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	12/12/2024	5.15
PROMEDIO						4.49
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

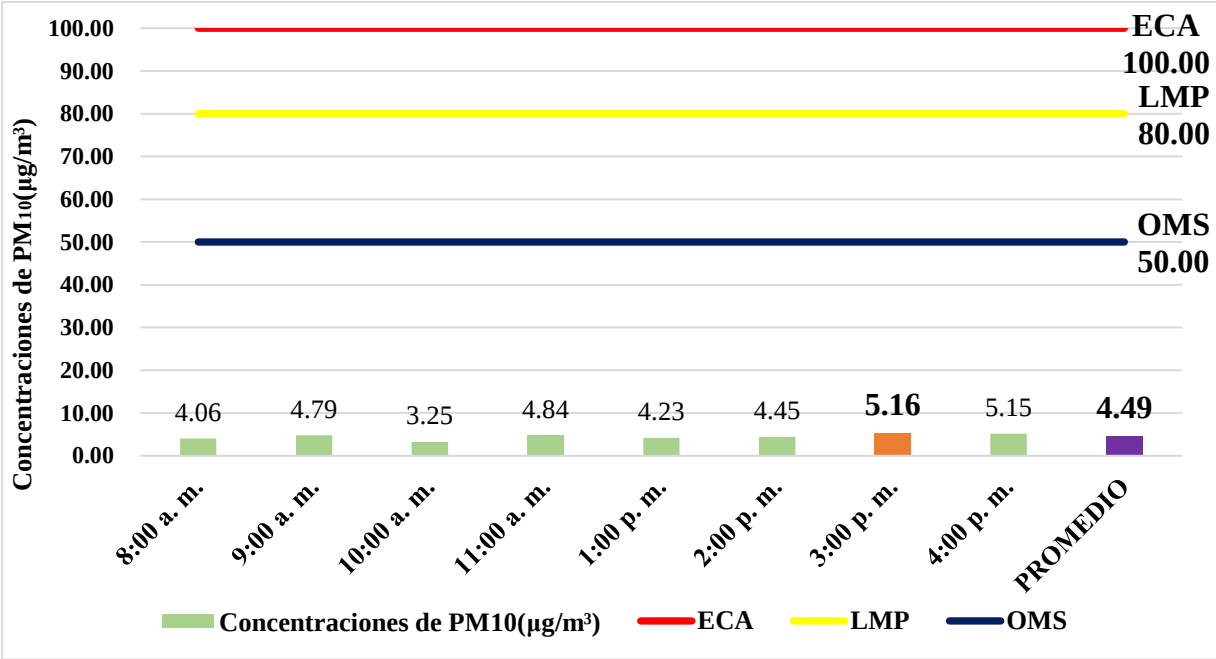


Figura. 62 Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 12/12/2024.

Tabla 73. Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 17/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	2.58
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	2.66
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	2.77
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	2.39
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	2.14
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	2.29
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	2.19
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	2.65
PROMEDIO						2.46
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

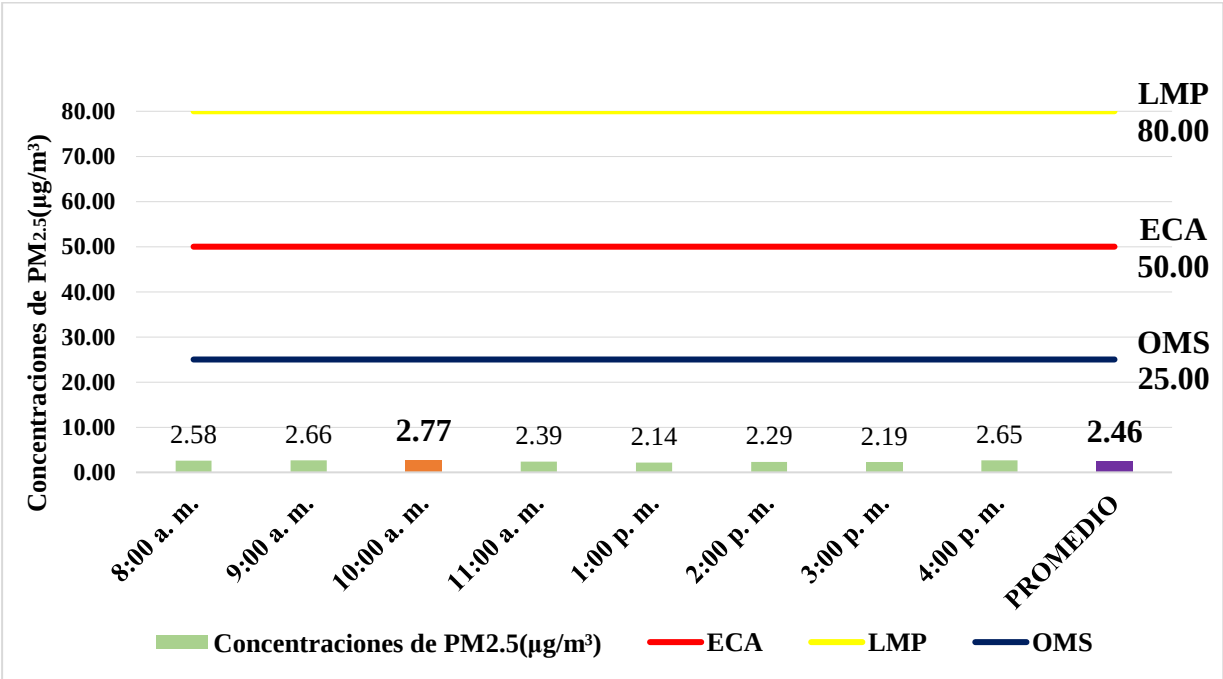


Figura. 63 Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 17/12/2024.

Tabla 74. Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 17/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	4.78
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	4.15
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	4.93
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	4.34
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	4.39
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	4.67
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	4.65
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	17/12/2024	5.16
PROMEDIO						4.63
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

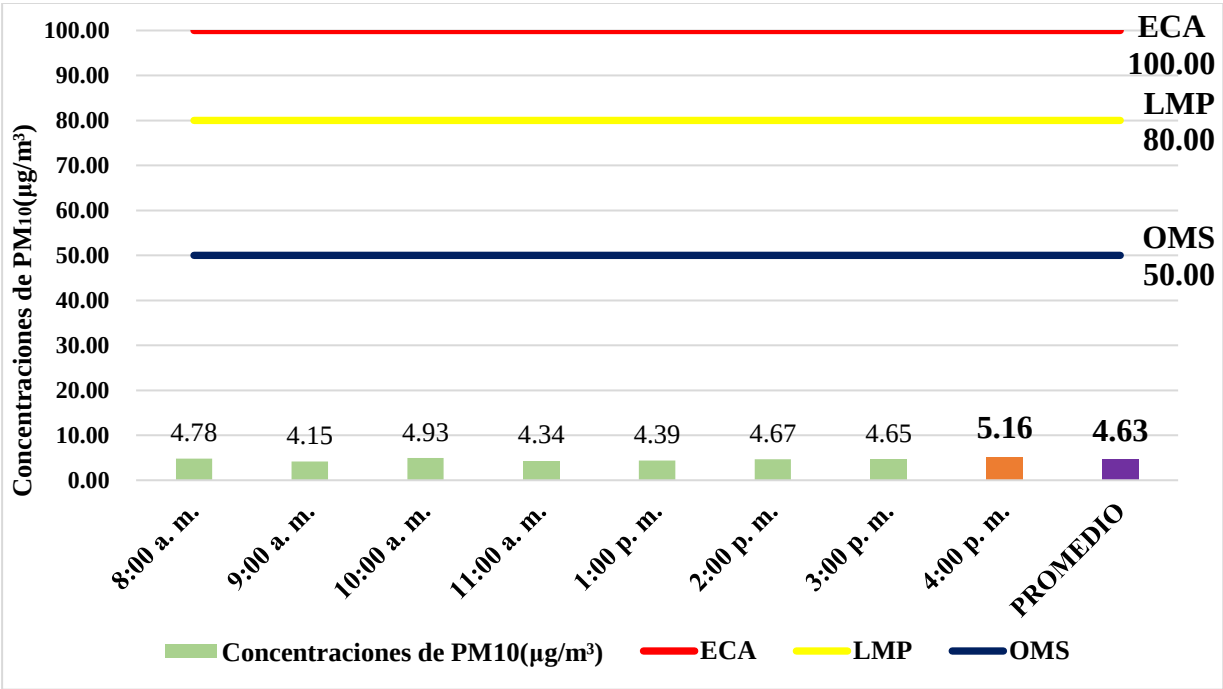


Figura. 64 Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 17/12/2024.

Tabla 75. Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 19/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	0.77
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	0.58
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	0.60
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	0.58
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	0.86
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	0.67
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	0.65
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	0.60
PROMEDIO						0.66
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

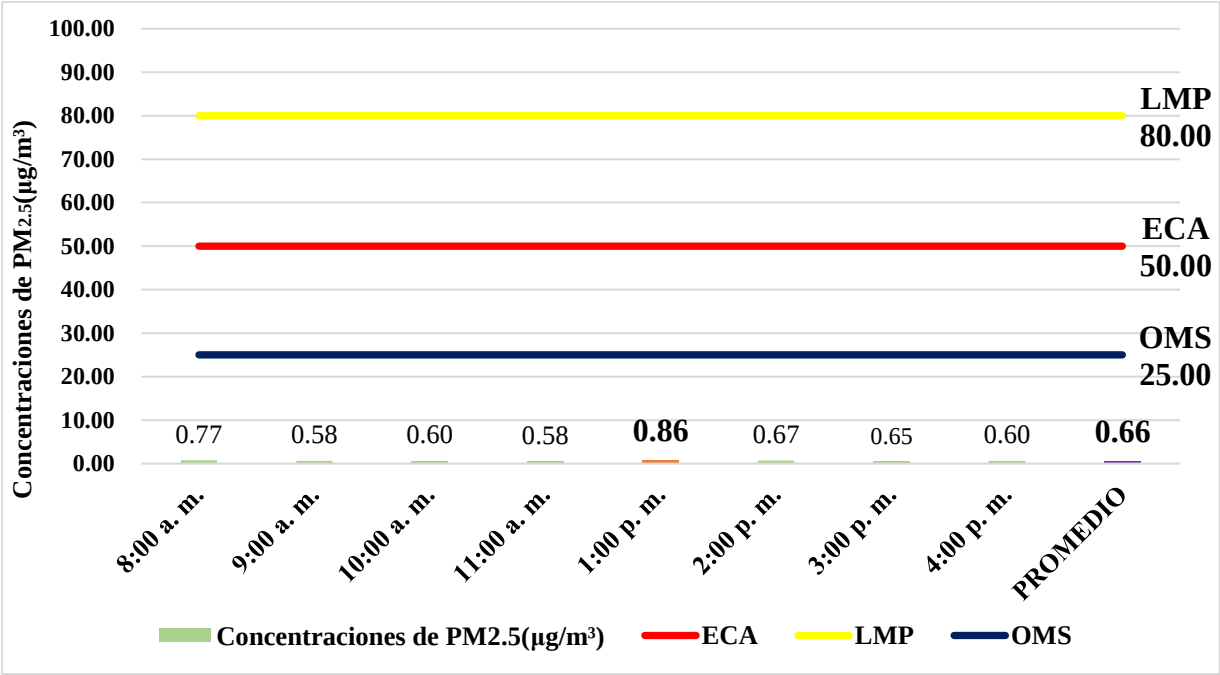


Figura. 65 Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 19/12/2024.

Tabla 76. Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 19/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	2.38
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	2.50
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	2.73
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	2.38
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	2.57
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	2.53
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	2.22
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	19/12/2024	2.32
PROMEDIO						2.45
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

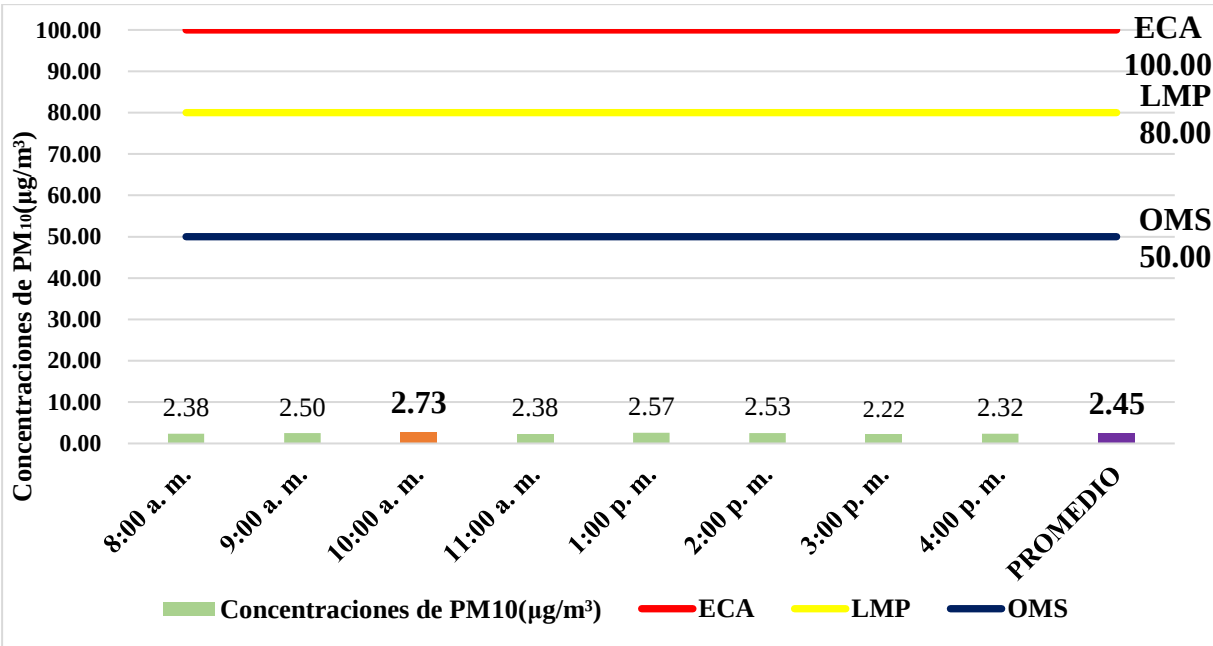


Figura. 66 Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 19/12/2024.

Tabla 77. Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 23/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	4.28
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	4.34
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	3.72
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	3.87
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	4.16
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	4.08
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	3.60
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	4.00
PROMEDIO						4.01
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

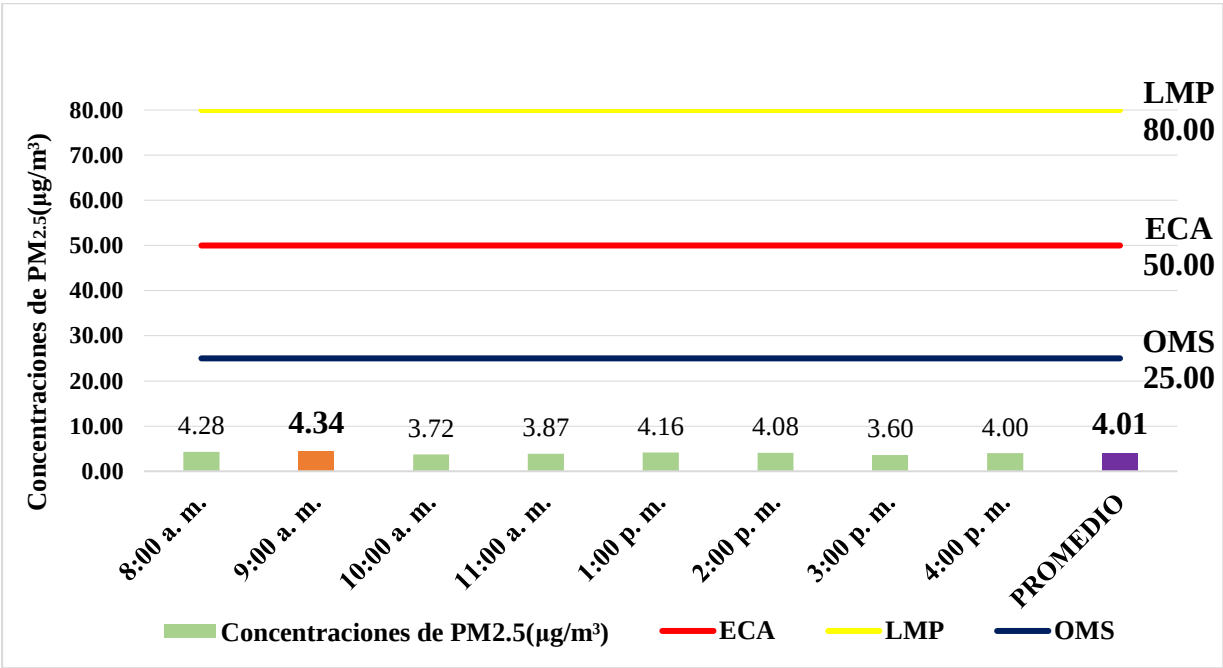


Figura. 67 Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 23/12/2024.

Tabla 78. Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 23/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	6.17
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	7.06
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	7.30
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	6.17
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	6.68
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	5.95
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	6.09
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	23/12/2024	7.71
PROMEDIO						6.64
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

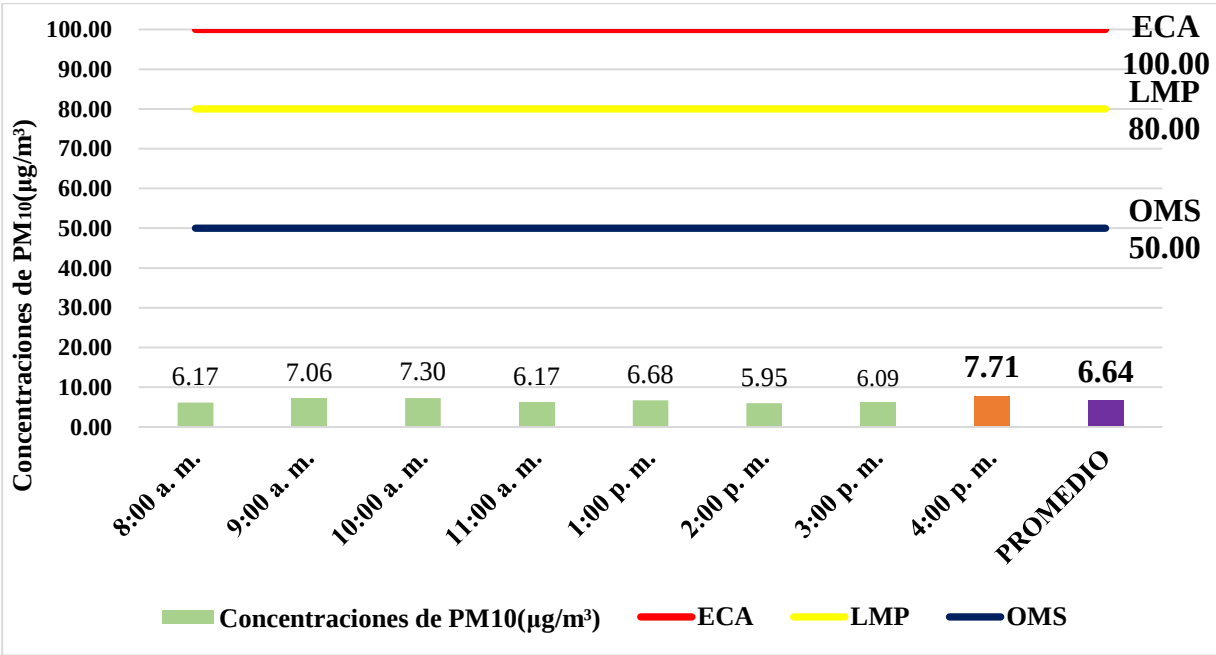


Figura. 68 Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 23/12/2024.

Tabla 79. Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 27/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	3.80
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	3.82
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	4.32
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	3.45
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	4.38
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	4.41
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	3.65
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	3.81
PROMEDIO						3.96
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

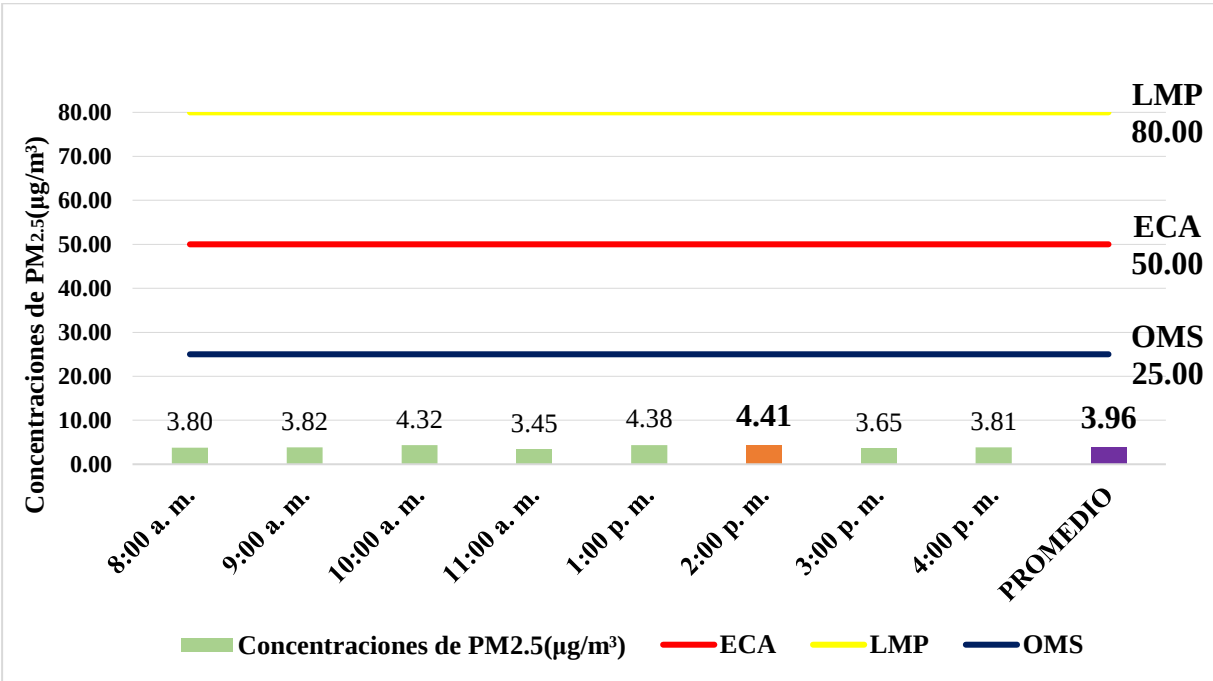


Figura. 69 Concentraciones de PM_{2.5} en E-04 - 27/12/2024.

Tabla 80. Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 27/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	6.65
9:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	7.68
10:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	8.10
11:00 a. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	7.21
1:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	6.27
2:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	7.01
3:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	7.33
4:00 p. m.	E-04	769136.00	9255549.00	3062.00	27/12/2024	6.85
PROMEDIO						7.14
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

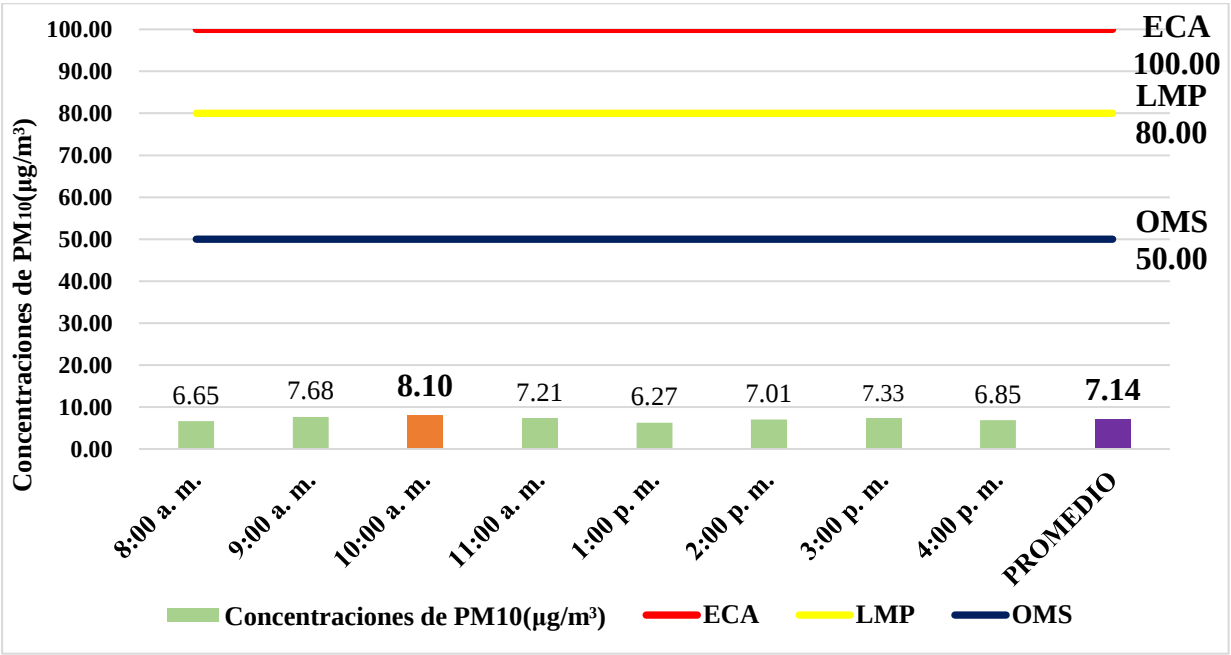


Figura. 70 Concentraciones de PM₁₀ en E-04 - 27/12/2024.

Tabla 81. Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 26/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	3.06
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	2.22
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	2.94
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	3.60
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	2.54
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	3.30
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	2.84
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	2.93
PROMEDIO						2.93
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

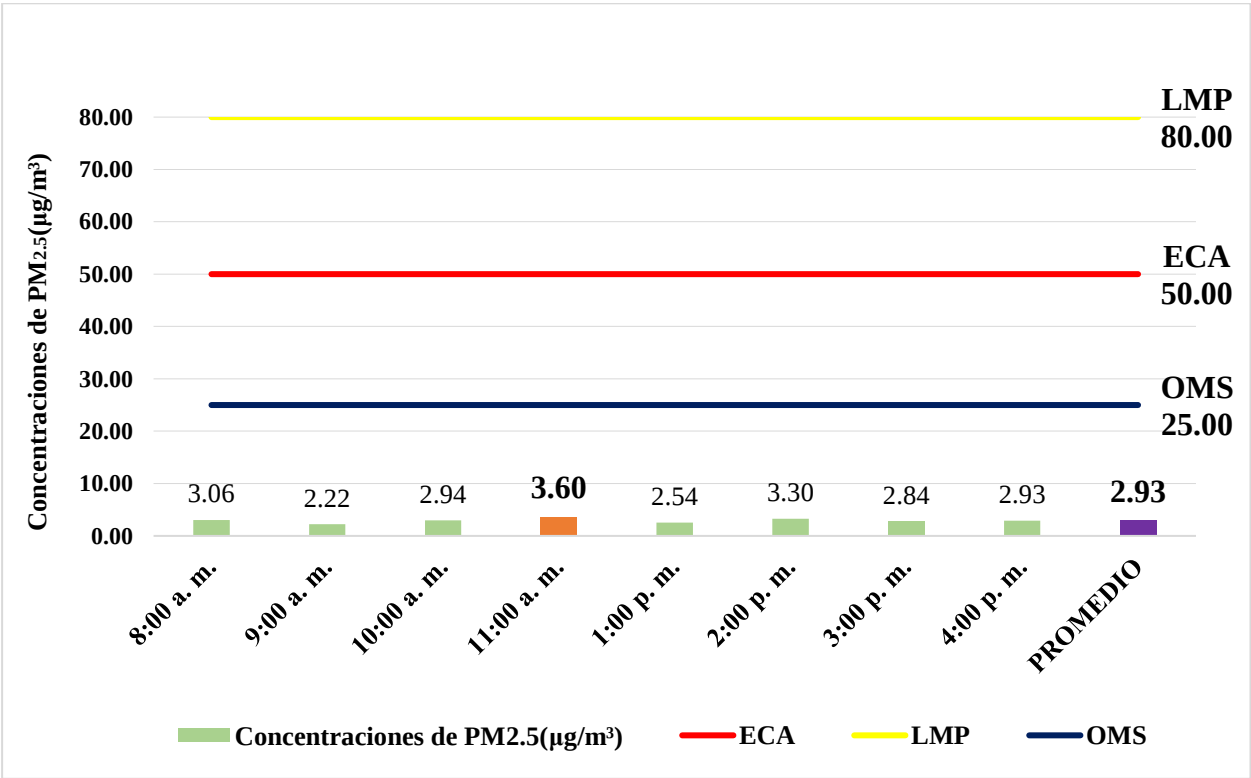


Figura. 71 Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 26/11/2024.

Tabla 82. Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 26/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	5.36
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	5.08
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	5.12
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	5.11
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	4.78
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	4.45
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	5.14
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	26/11/2024	5.07
PROMEDIO						5.01
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

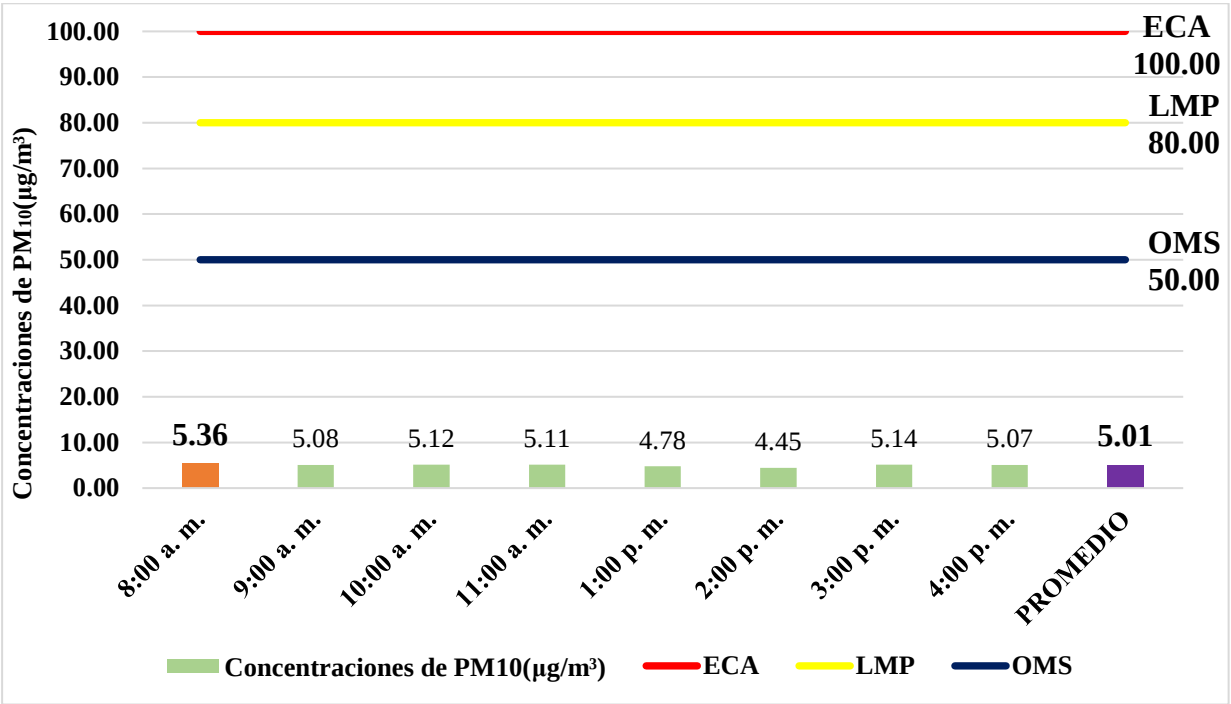


Figura. 72 Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 26/11/2024.

Tabla 83. Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 28/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	1.99
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	2.92
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	2.21
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	2.79
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	2.39
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	2.64
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	2.66
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	2.72
PROMEDIO						2.54
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

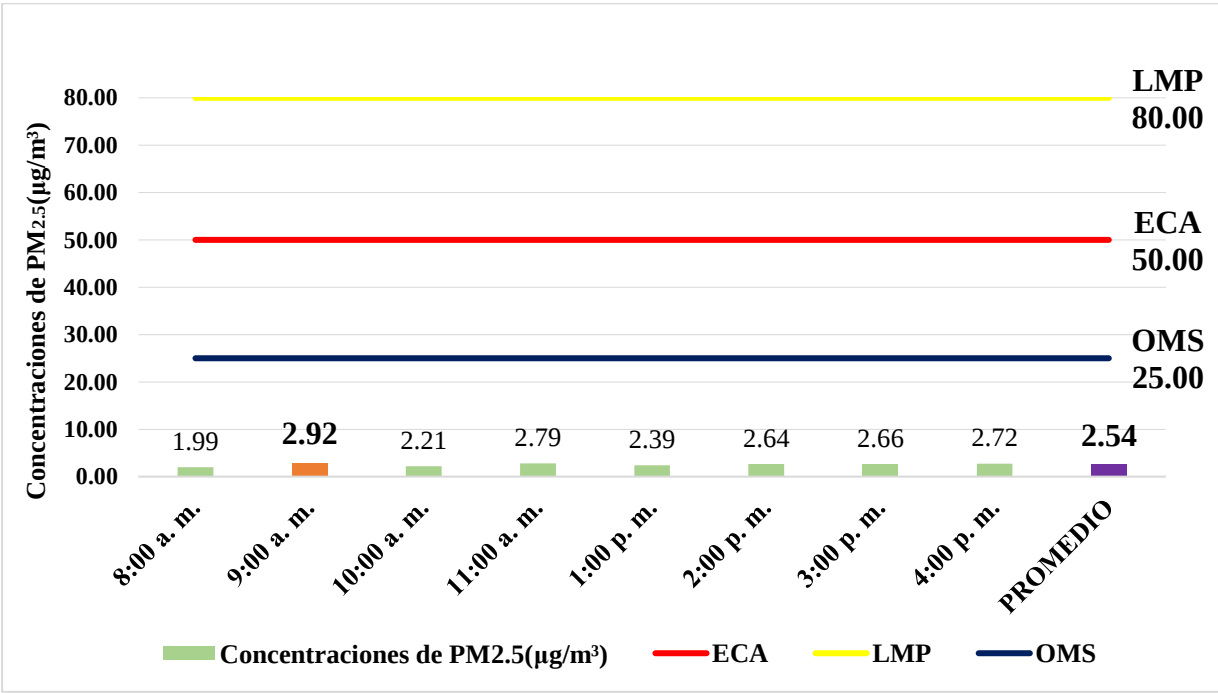


Figura. 73 Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 28/11/2024.

Tabla 84. Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 28/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	6.66
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	5.77
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	7.07
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	5.28
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	6.40
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	5.85
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	7.31
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	28/11/2024	6.91
PROMEDIO						6.41
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

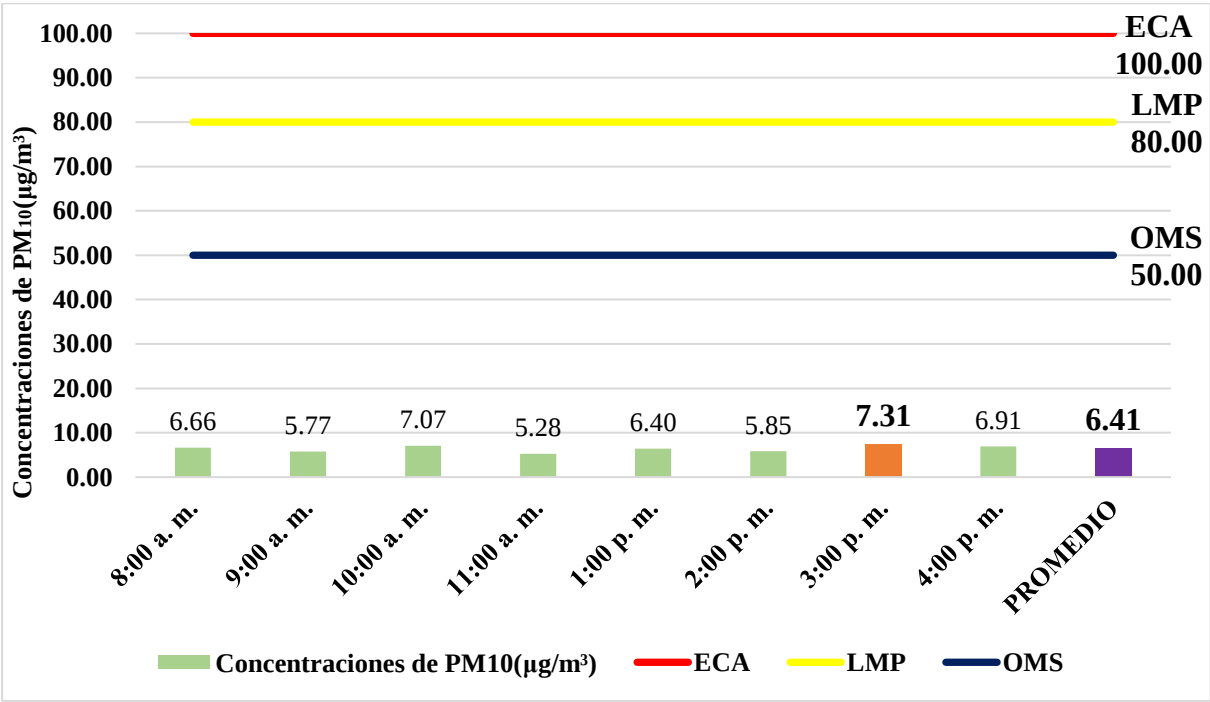


Figura. 74 Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 28/11/2024.

Tabla 85. Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 04/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	4.37
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	3.71
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	4.11
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	4.27
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	4.52
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	4.00
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	3.65
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	4.05
PROMEDIO						4.09
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

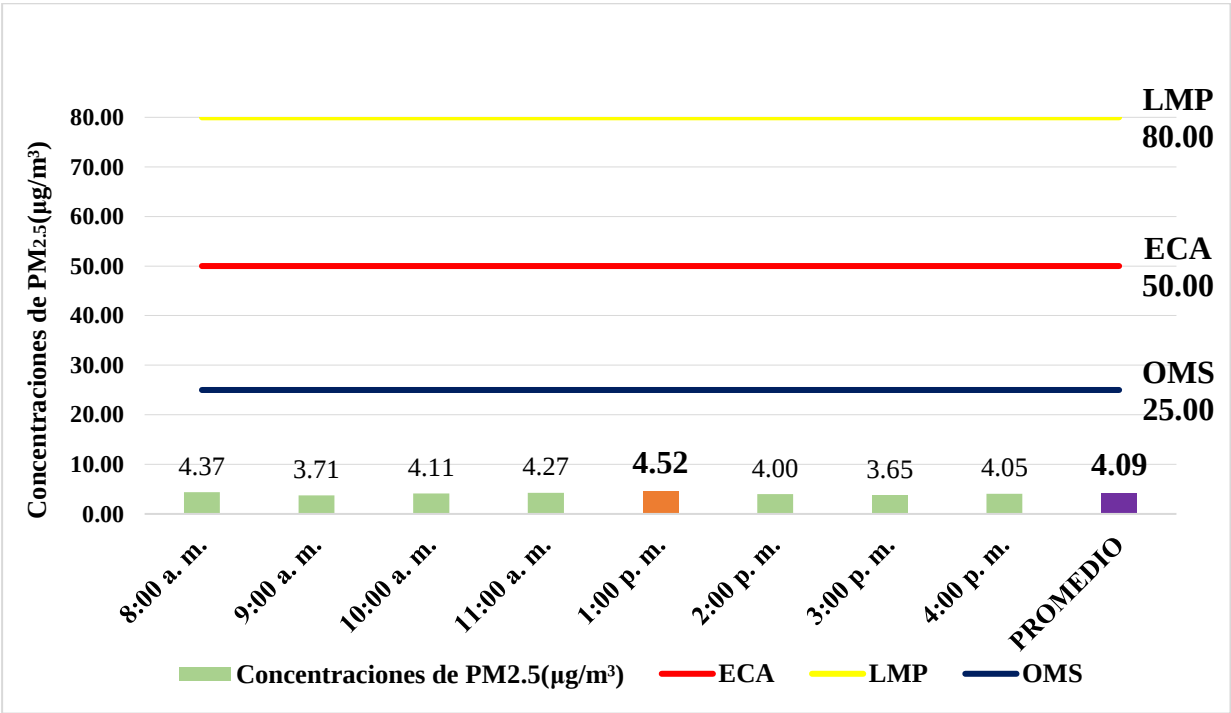


Figura. 75 Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 04/12/2024.

Tabla 86. Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 04/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	5.28
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	5.65
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	5.69
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	5.77
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	5.80
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	6.19
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	5.67
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	4/12/2024	5.43
PROMEDIO						5.68
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

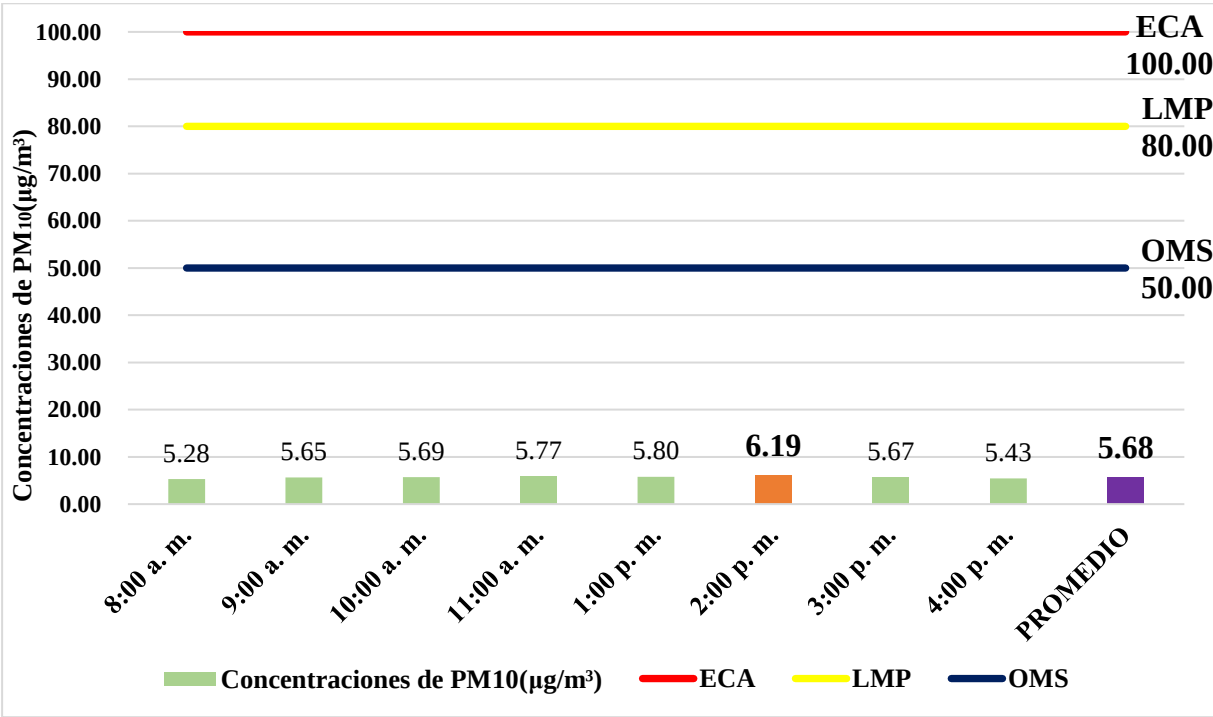


Figura. 76 Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 04/12/2024.

Tabla 87. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-05 - 06/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	3.97
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	3.84
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	3.77
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	3.93
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	3.77
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	4.38
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	3.63
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	4.19
PROMEDIO						3.93
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

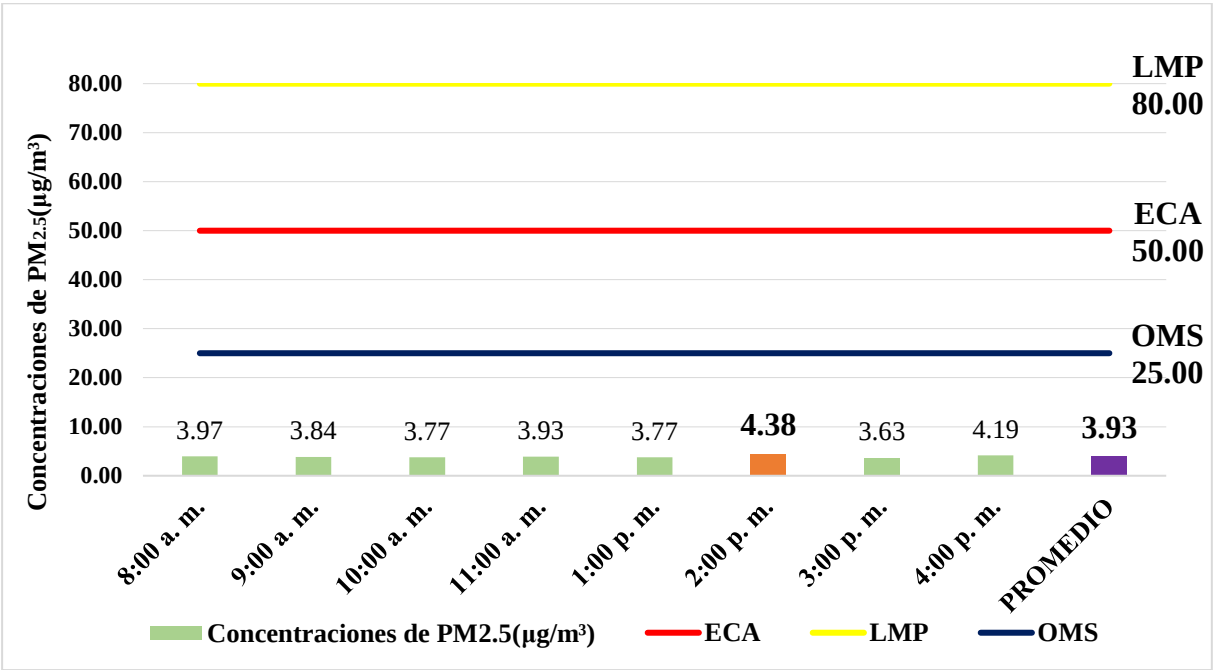


Figura. 77 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-05 - 06/12/2024.

Tabla 88. Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 06/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	7.40
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	7.08
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	6.32
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	7.36
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	7.04
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	7.98
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	7.09
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	6/12/2024	6.93
PROMEDIO						7.15
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

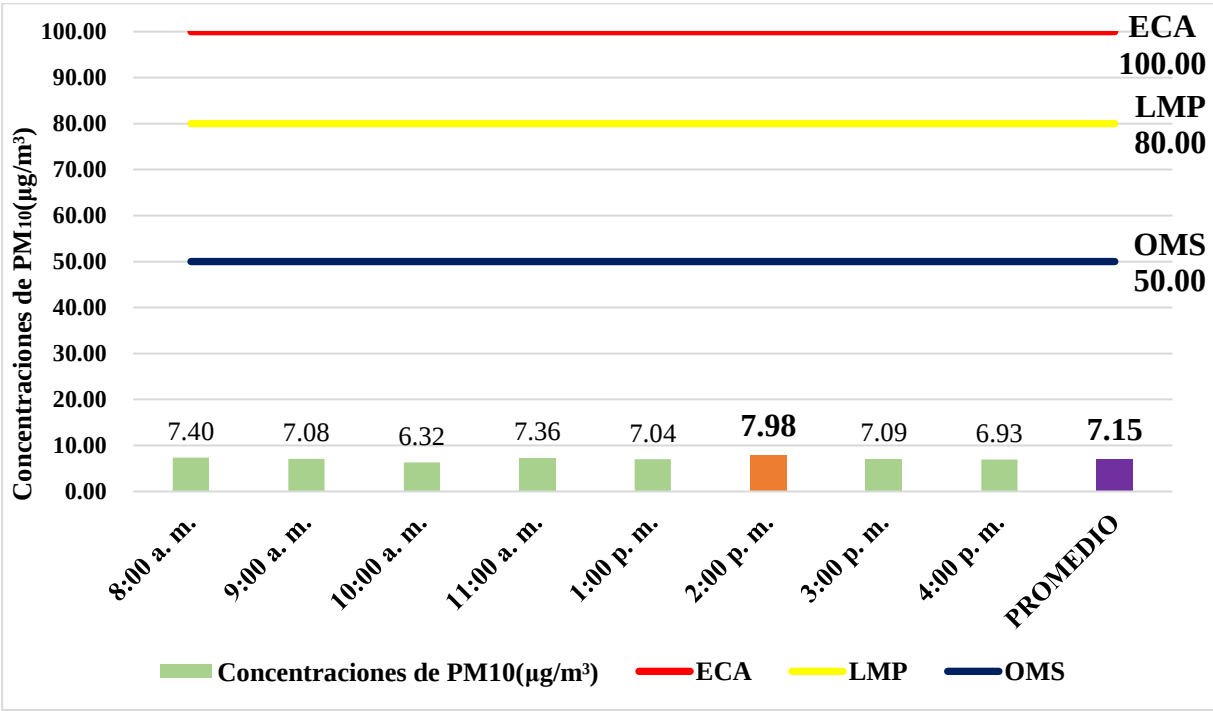


Figura. 78 Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 06/12/2024.

Tabla 89. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-05 - 09/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	3.11
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	3.53
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	3.63
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	3.48
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	3.28
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	3.86
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	3.38
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	4.13
PROMEDIO						3.55
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

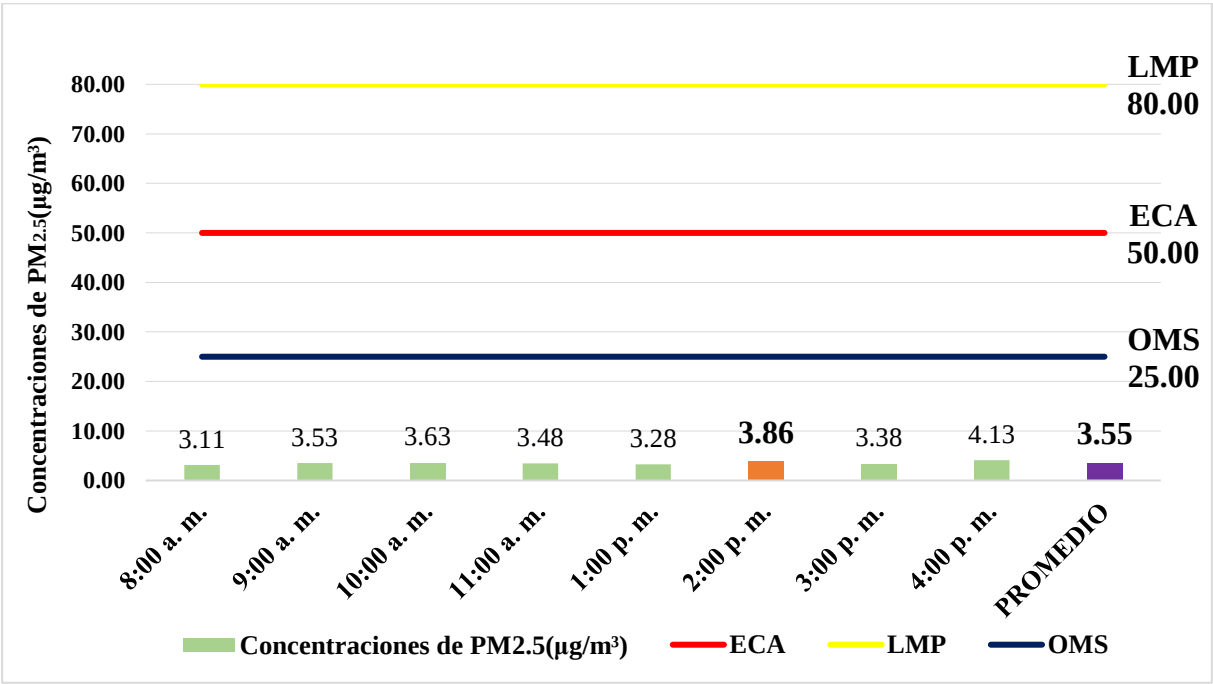


Figura. 79 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-05 - 09/12/2024.

Tabla 90. Concentraciones de PM_{10} en E-05 - 09/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	6.80
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	6.71
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	5.85
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	6.45
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	5.99
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	6.56
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	5.62
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	9/12/2024	6.22
PROMEDIO						6.28
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

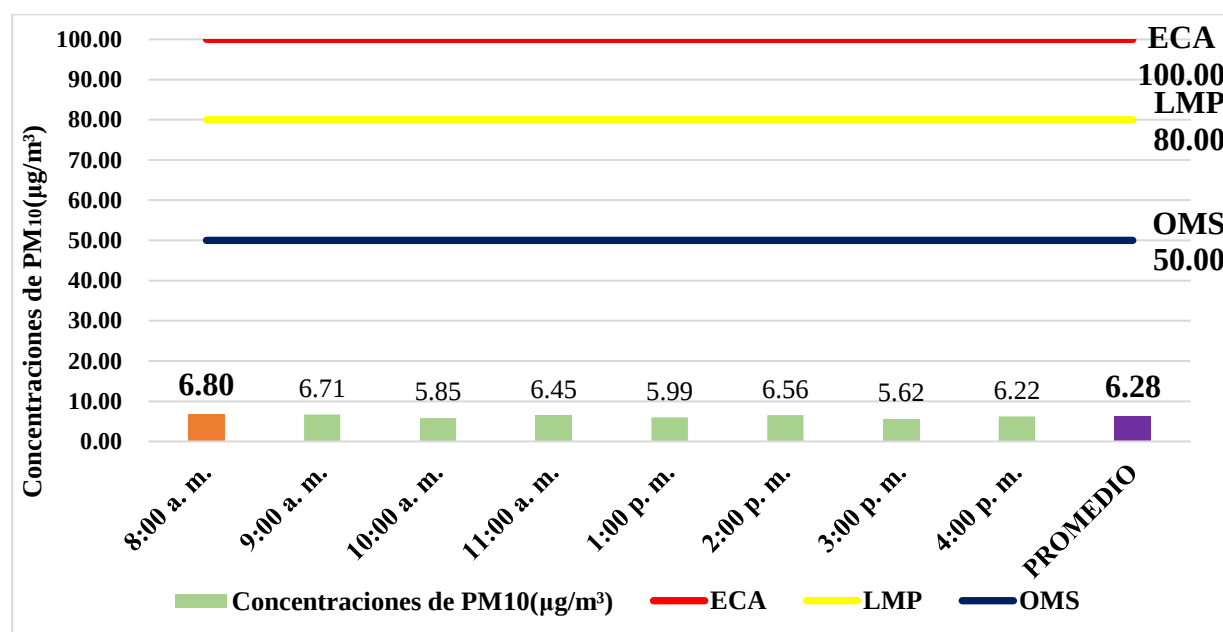


Figura. 80 Concentraciones de PM_{10} en E-05 - 09/12/2024.

Tabla 91. Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 11/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	2.60
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	2.30
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	2.57
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	2.58
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	2.67
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	2.28
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	2.99
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	2.69
PROMEDIO						2.59
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

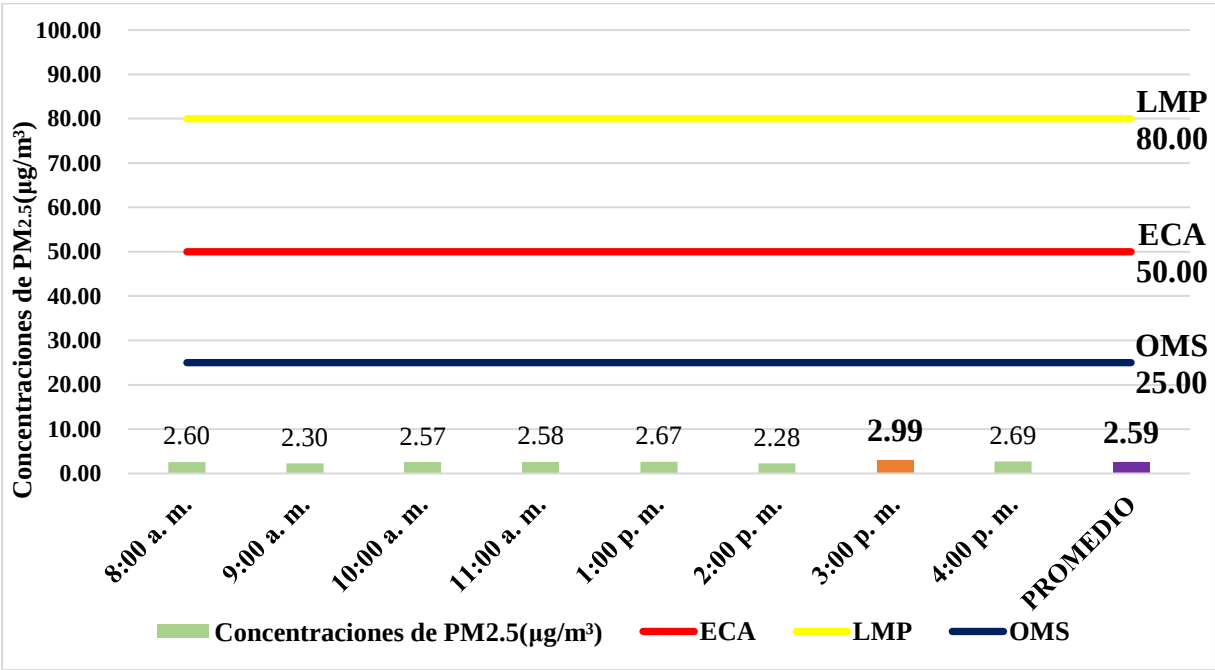


Figura. 81 Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 11/12/2024.

Tabla 92. Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 11/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	5.28
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	3.57
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	4.91
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	3.93
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	5.20
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	4.50
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	4.69
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	11/12/2024	4.81
PROMEDIO						4.61
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

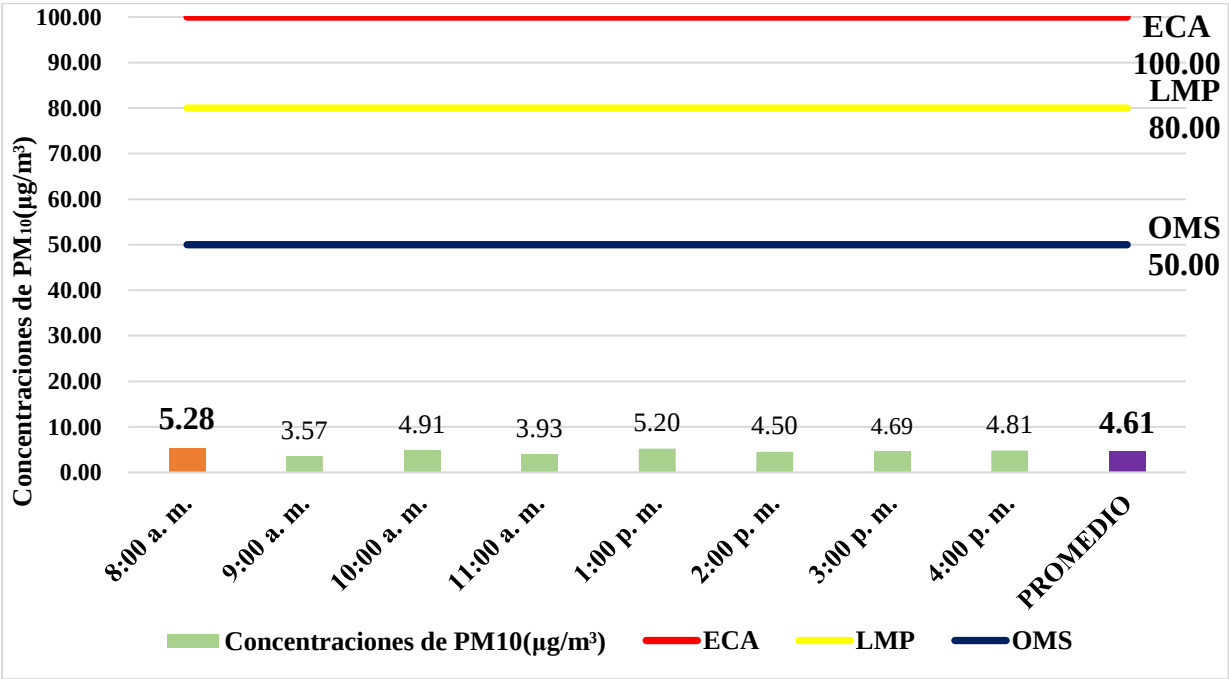


Figura. 82 Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 11/12/2024.

Tabla 93. Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 18/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	2.77
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	2.80
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	2.82
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	3.02
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	2.41
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	2.34
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	3.20
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	2.56
PROMEDIO						2.74
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

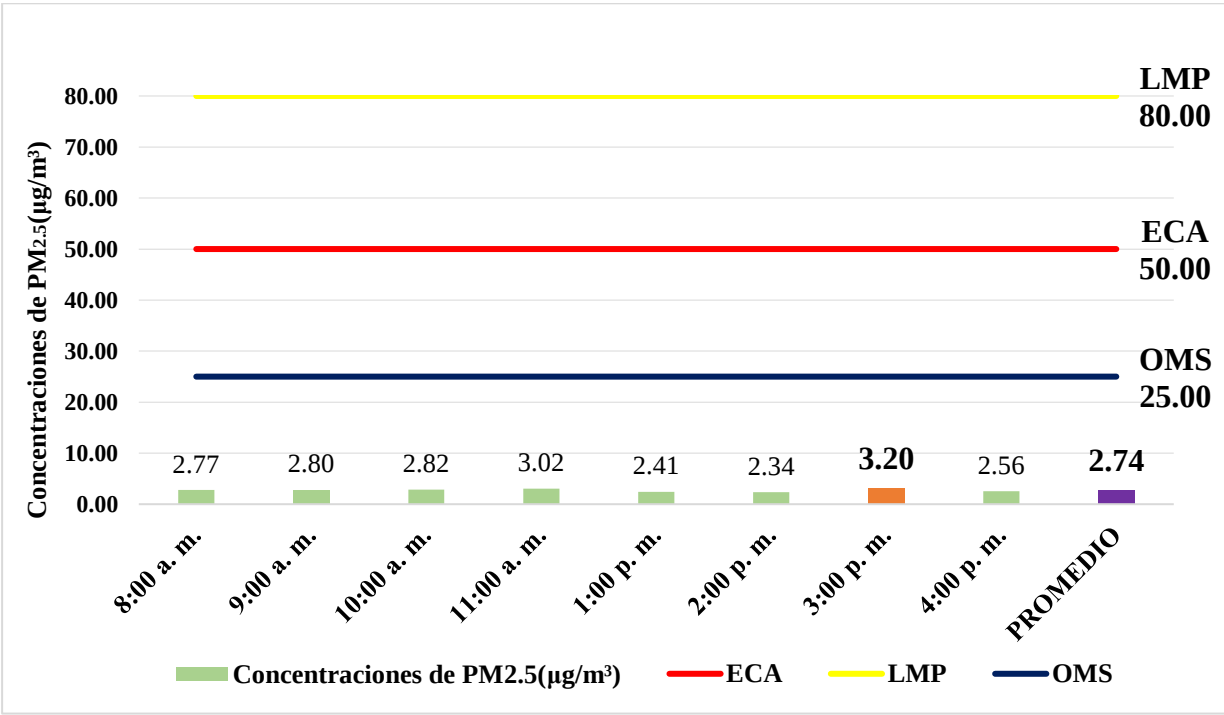


Figura. 83 Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 18/12/2024.

Tabla 94. Concentraciones de PM_{10} en E-05 - 18/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	3.90
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	5.71
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	4.56
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	5.85
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	5.75
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	5.11
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	5.03
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	18/12/2024	5.48
PROMEDIO						5.17
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

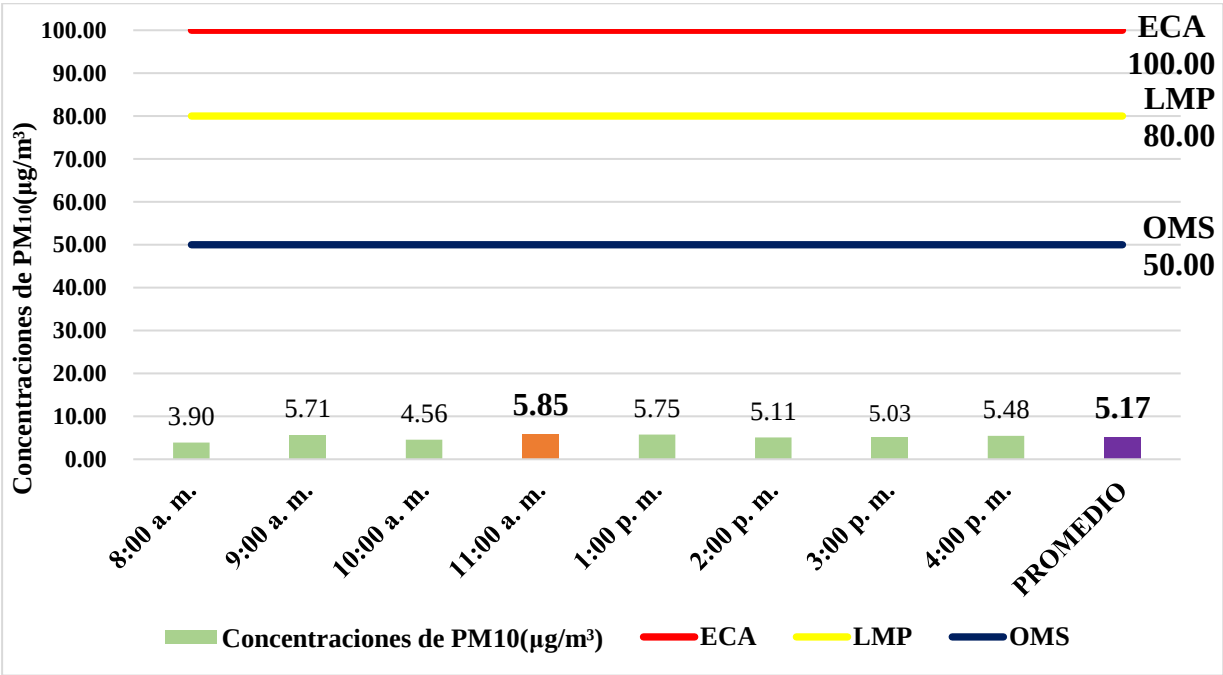


Figura. 84 Concentraciones de PM_{10} en E-05 - 18/12/2024.

Tabla 95. Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 20/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	3.94
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	4.36
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	3.65
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	4.57
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	3.89
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	3.90
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	4.33
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	3.84
PROMEDIO						4.06
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

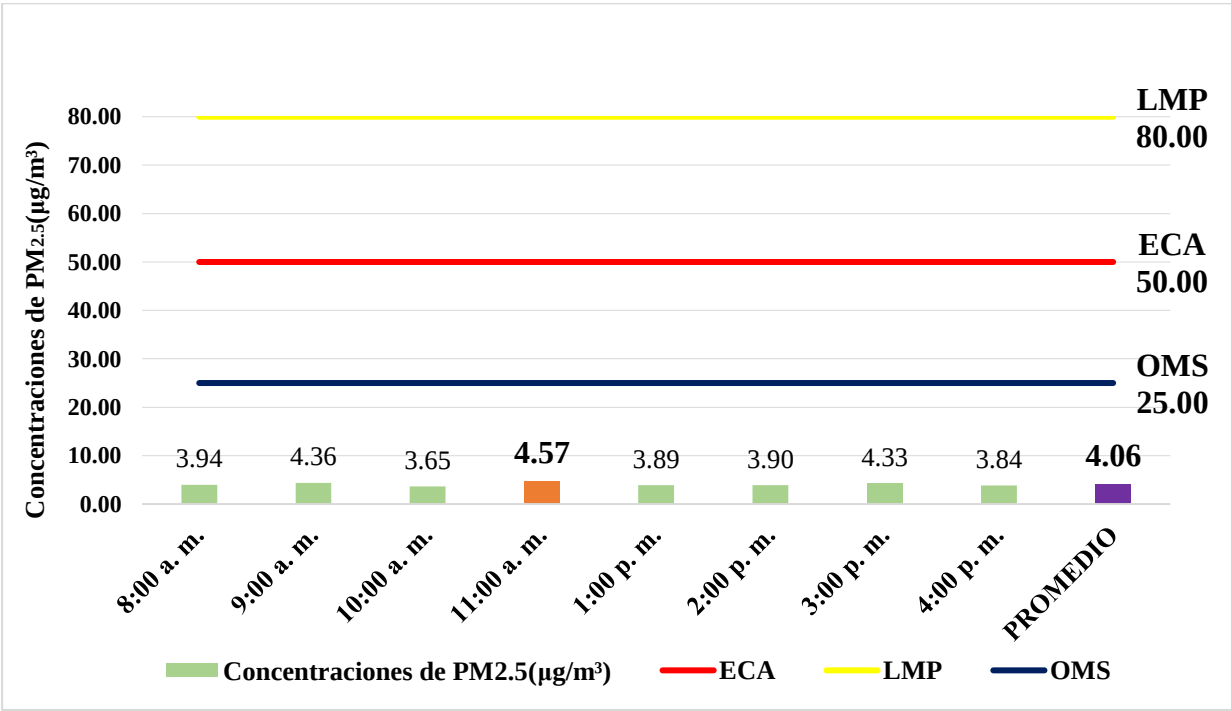


Figura. 85 Concentraciones de PM_{2.5} en E-05 - 20/12/2024.

Tabla 96. Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 20/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	6.30
9:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	5.32
10:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	6.26
11:00 a. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	6.86
1:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	5.66
2:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	5.77
3:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	5.19
4:00 p. m.	E-05	769058.51	9255636.58	3051	20/12/2024	5.73
PROMEDIO						5.89
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

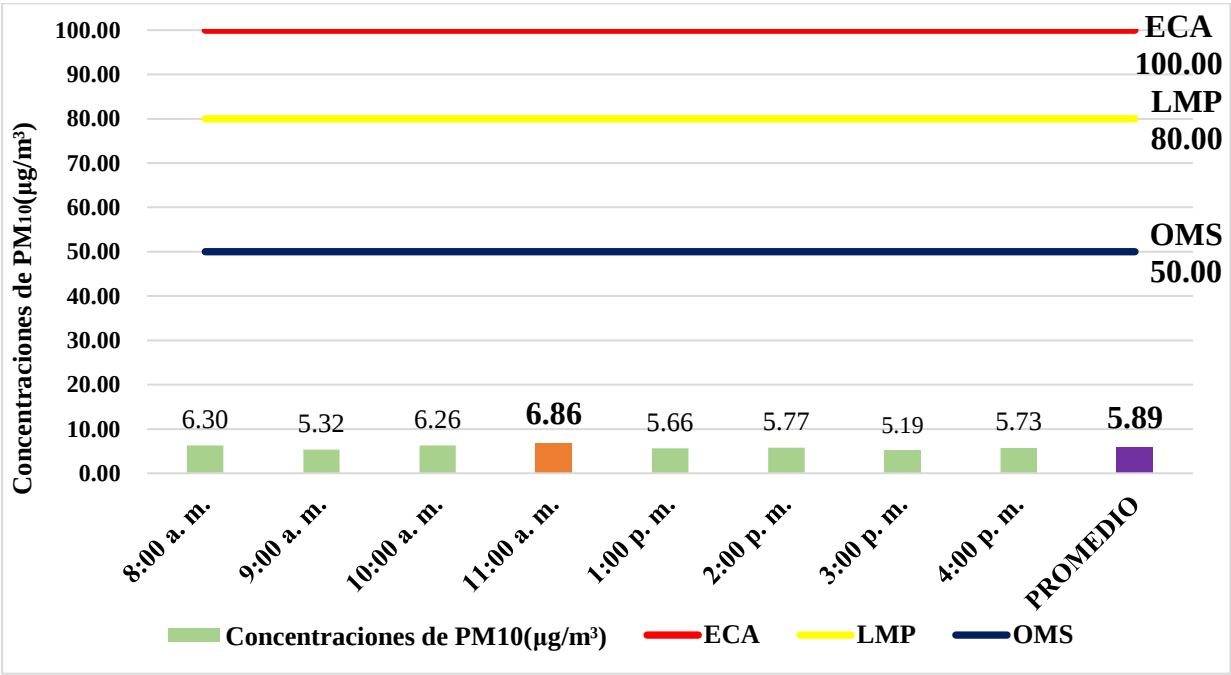


Figura. 86 Concentraciones de PM₁₀ en E-05 - 20/12/2024.

Tabla 97. Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 27/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/11/2024	1.54
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/11/2024	1.35
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/11/2024	1.46
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/11/2024	1.53
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/11/2024	1.40
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/11/2024	1.61
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/11/2024	1.56
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/11/2024	1.44
PROMEDIO						1.49
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

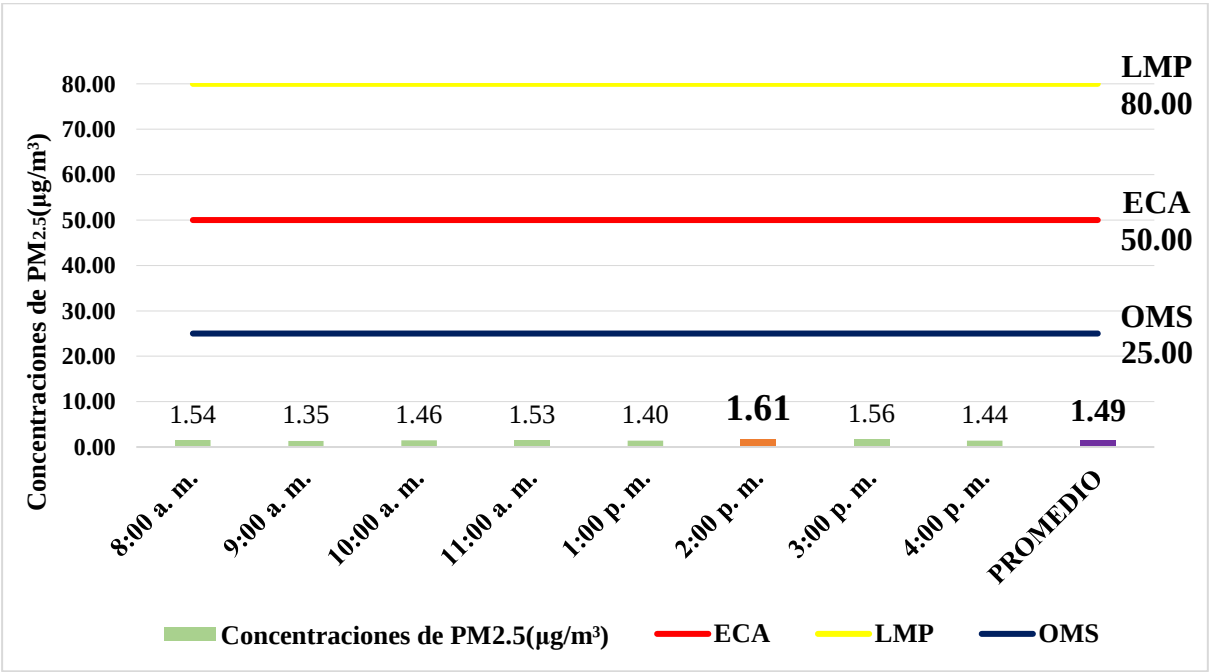


Figura. 87 Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 27/11/2024.

Tabla 98. Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 27/11/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/12/2024	4.20
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/12/2024	4.43
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/12/2024	4.54
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/12/2024	4.36
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/12/2024	4.80
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/12/2024	4.49
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/12/2024	4.72
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	27/12/2024	4.41
PROMEDIO						4.50
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

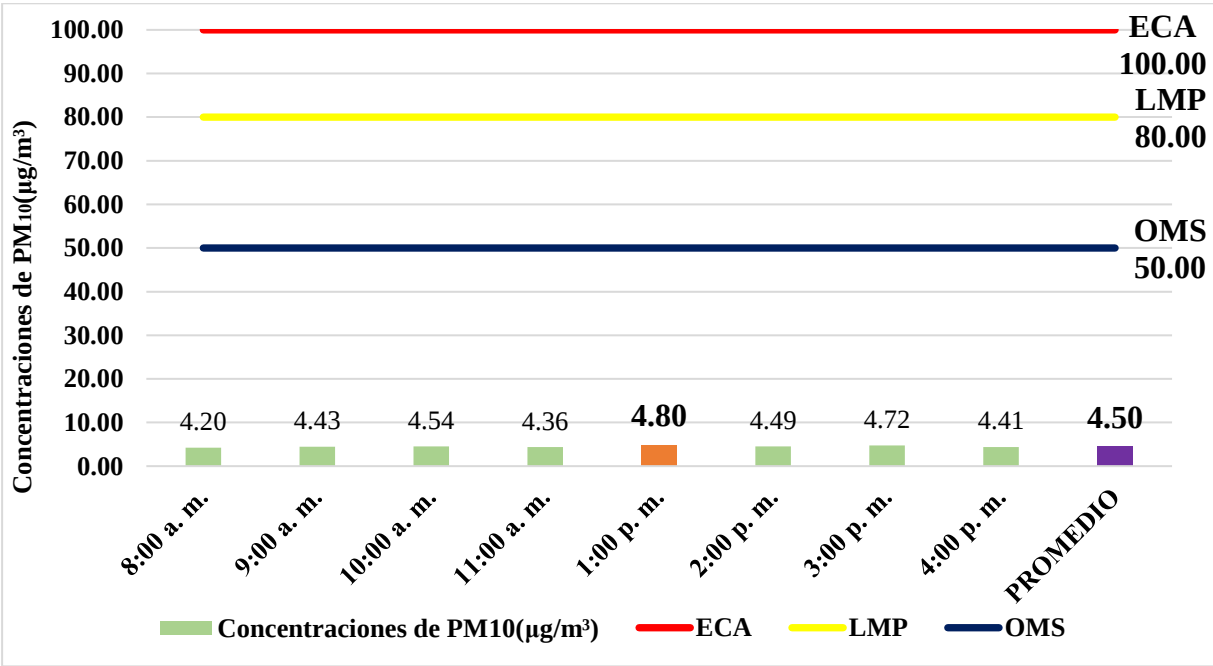


Figura. 88 Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 27/11/2024.

Tabla 99. Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 02/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	2.60
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	2.72
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	2.45
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	2.70
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	2.37
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	2.57
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	2.40
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	2.52
PROMEDIO						2.54
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

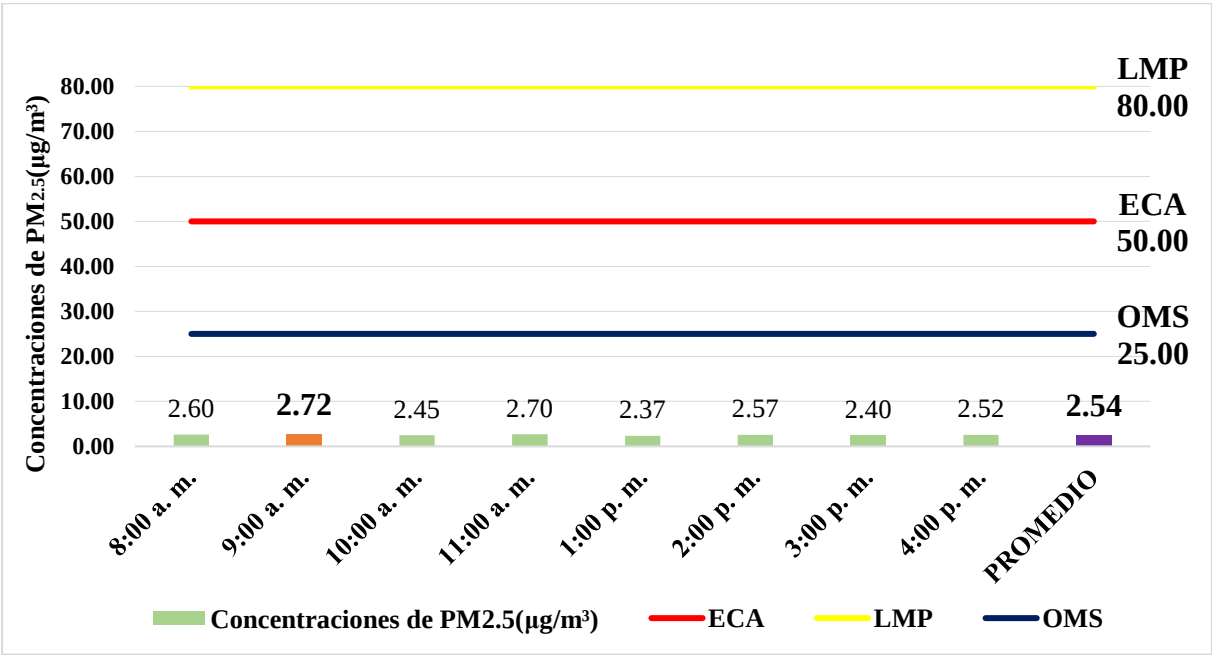


Figura. 89 Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 02/12/2024.

Tabla 100. Concentraciones de PM_{10} en E-06 - 02/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	5.17
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	4.80
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	4.92
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	4.75
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	4.84
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	5.95
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	5.87
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	2/12/2024	5.06
PROMEDIO						5.17
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

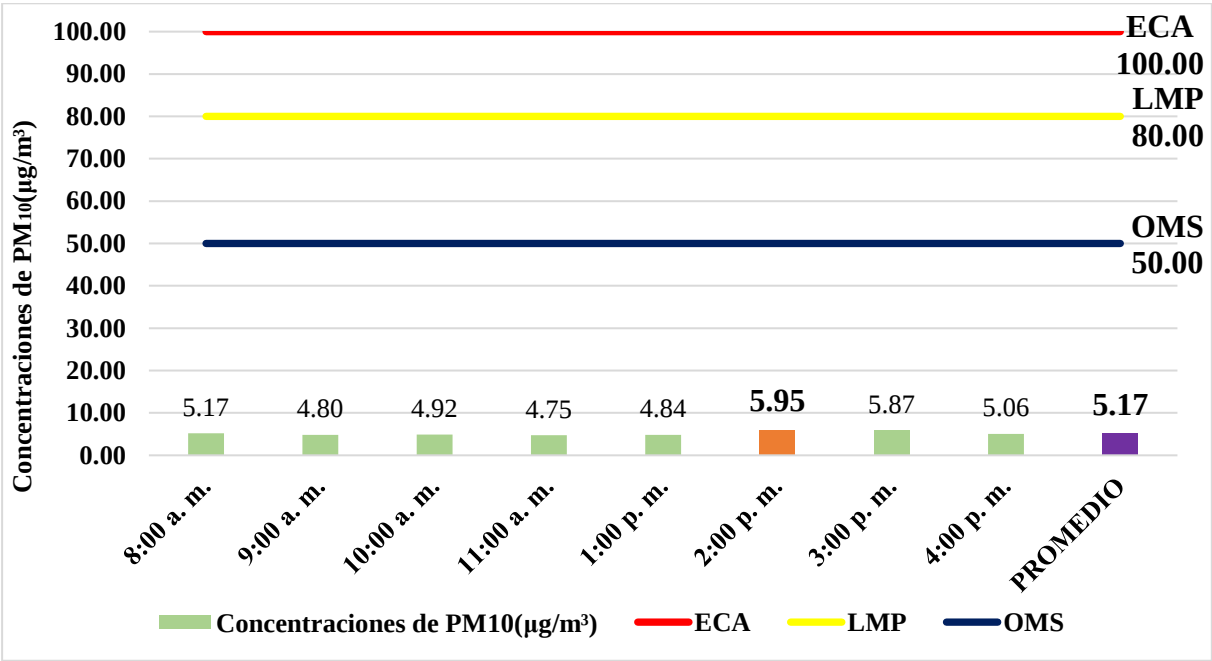


Figura. 90 Concentraciones de PM_{10} en E-06 - 02/12/2024.

Tabla 101. Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 05/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	3.78
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	4.10
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	3.78
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	3.72
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	3.92
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	3.42
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	3.97
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	4.10
PROMEDIO						3.85
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

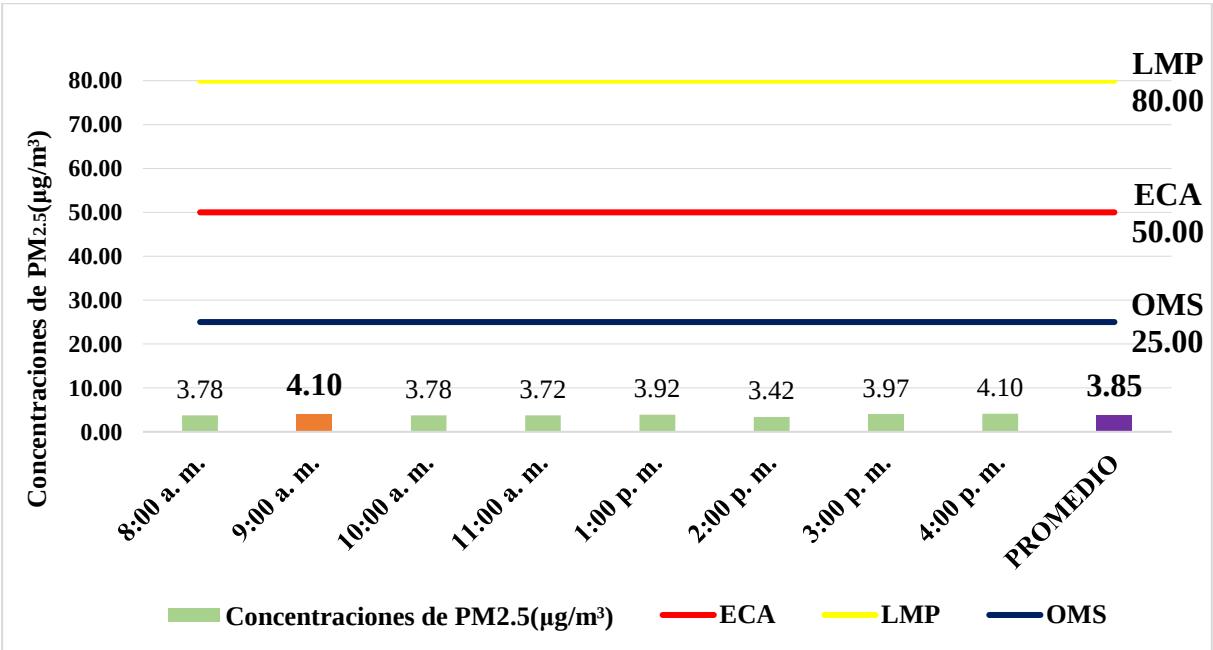


Figura. 91 Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 05/12/2024.

Tabla 102. Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 05/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	5.08
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	5.34
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	6.22
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	4.88
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	5.59
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	6.15
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	5.77
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	5/12/2024	6.25
PROMEDIO						5.66
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

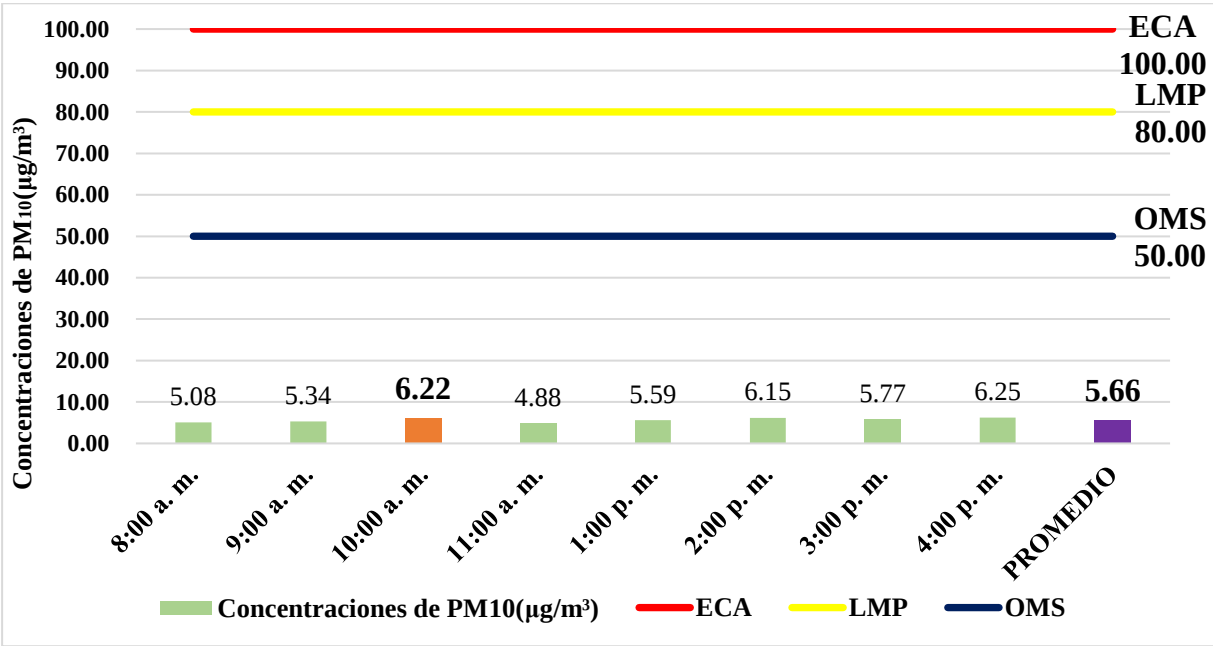


Figura. 92 Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 05/12/2024.

Tabla 103. Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 10/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	2.48
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	2.48
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	2.71
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	2.91
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	2.42
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	2.52
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	2.12
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	1.93
PROMEDIO						2.45
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

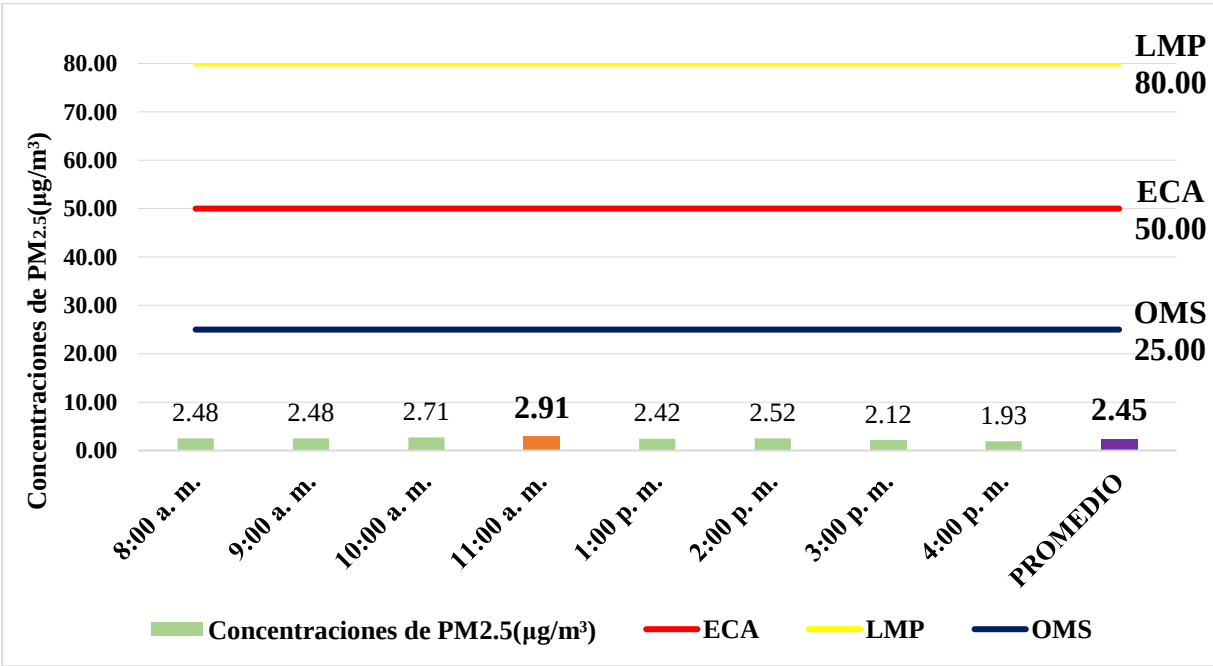


Figura. 93 Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 10/12/2024.

Tabla 104. Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 10/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	6.40
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	7.29
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	6.72
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	6.78
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	5.86
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	6.26
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	6.73
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	10/12/2024	5.91
PROMEDIO						6.50
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

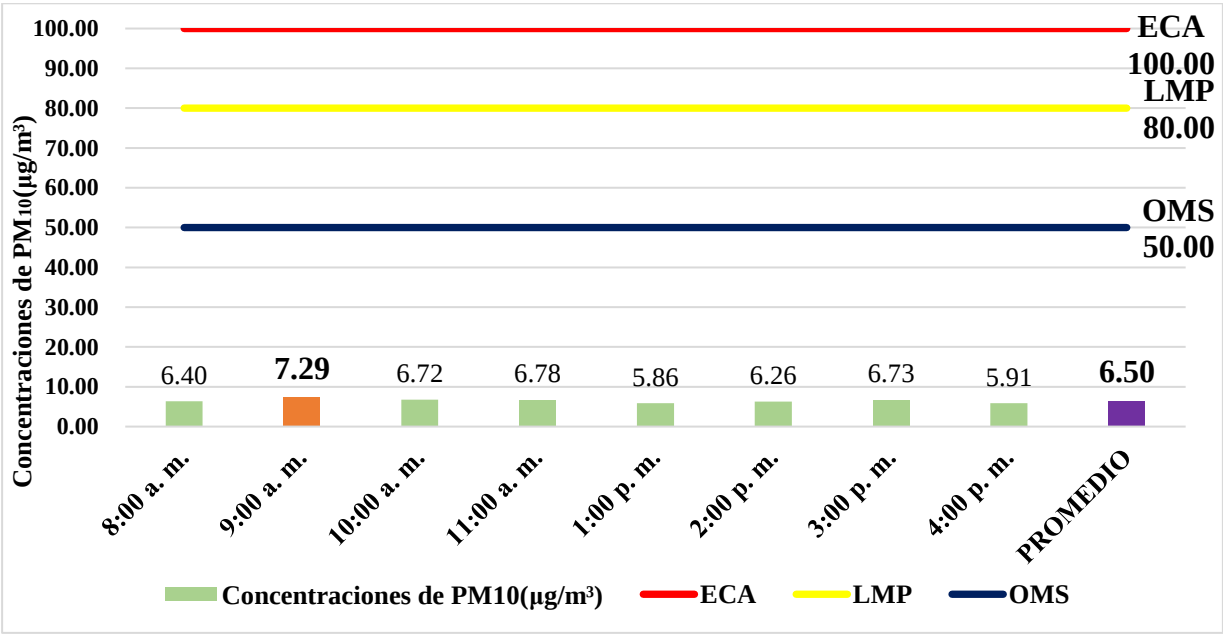


Figura. 94 Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 10/12/2024.

Tabla 105. Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 13/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	2.04
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	2.47
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	2.17
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	1.87
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	1.91
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	1.83
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	2.20
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	1.89
PROMEDIO						2.05
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

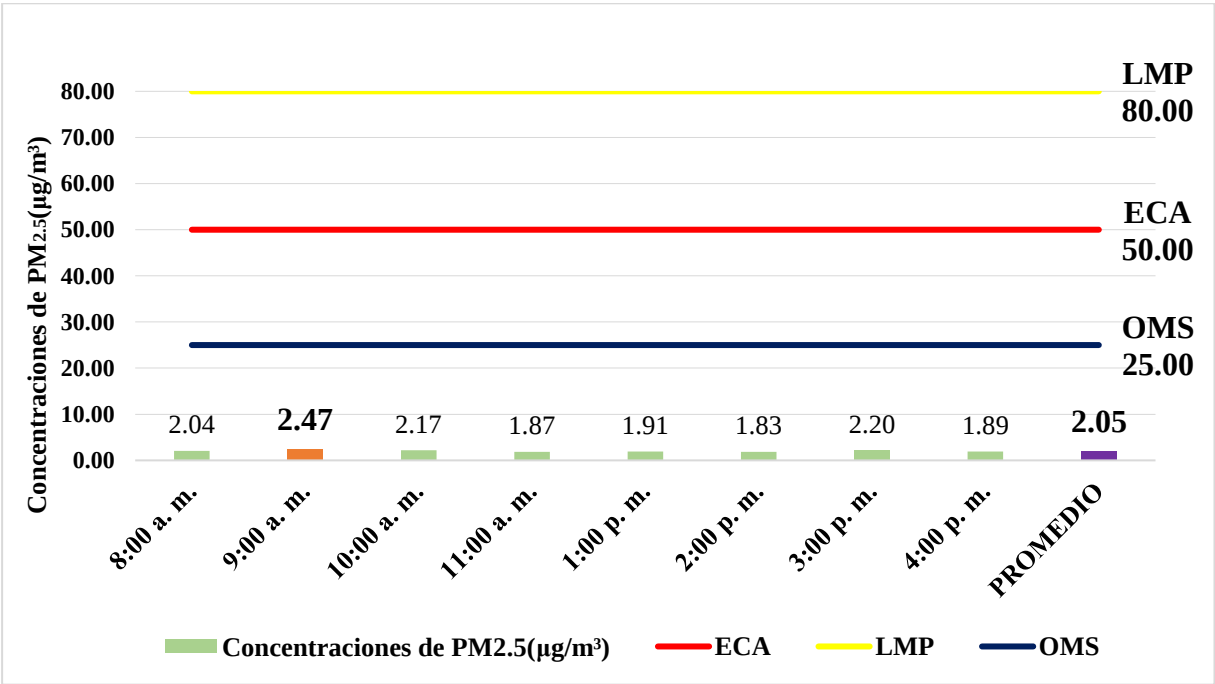


Figura. 95 Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 13/12/2024.

Tabla 106. Concentraciones de PM_{10} en E-06 - 13/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	4.37
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	4.57
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	4.32
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	4.24
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	4.05
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	3.48
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	3.96
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	13/12/2024	3.72
PROMEDIO						4.09
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

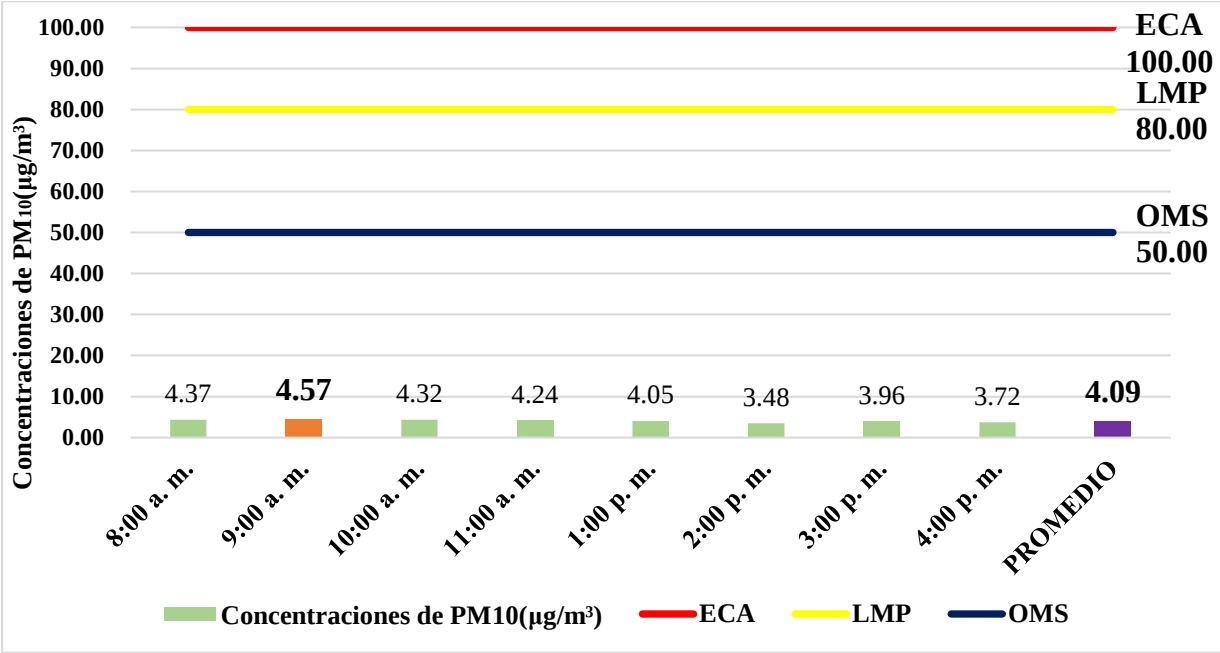


Figura. 96 Concentraciones de PM_{10} en E-06 - 13/12/2024.

Tabla 107. Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 16/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	2.01
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	2.99
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	2.72
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	2.25
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	2.71
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	2.71
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	2.23
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	2.59
PROMEDIO						2.53
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

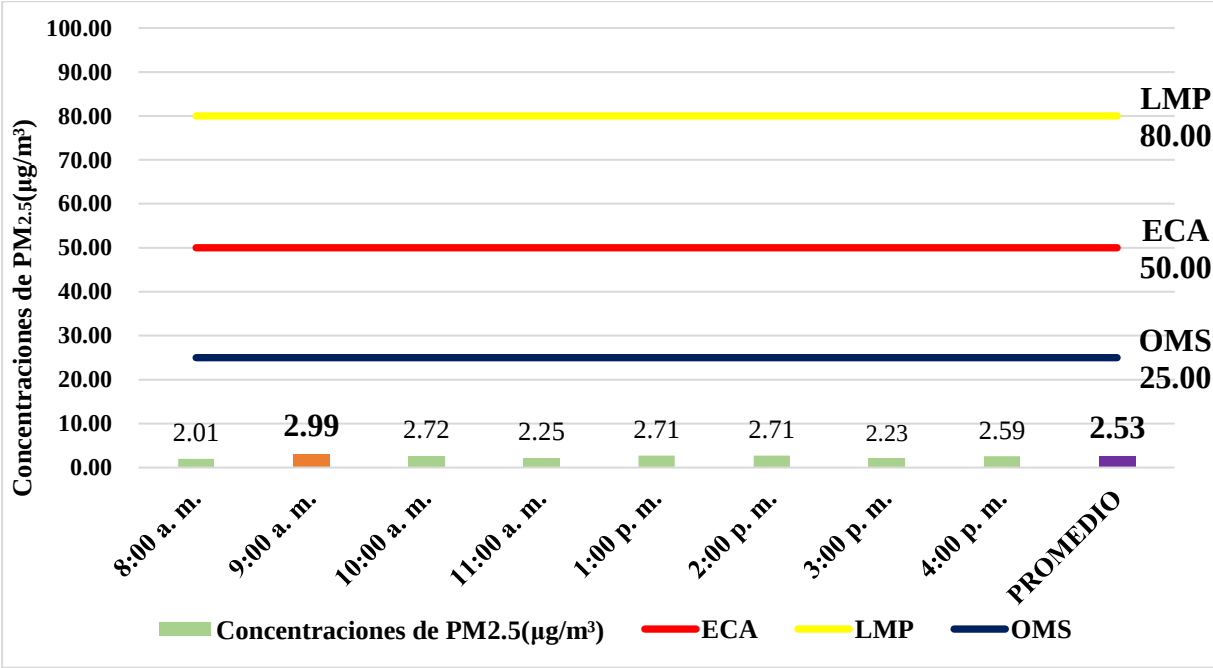


Figura. 97 Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 16/12/2024.

Tabla 108. Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 16/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	5.50
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	5.53
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	5.45
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	5.33
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	5.31
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	5.49
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	5.31
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	16/12/2024	5.22
PROMEDIO						5.39
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

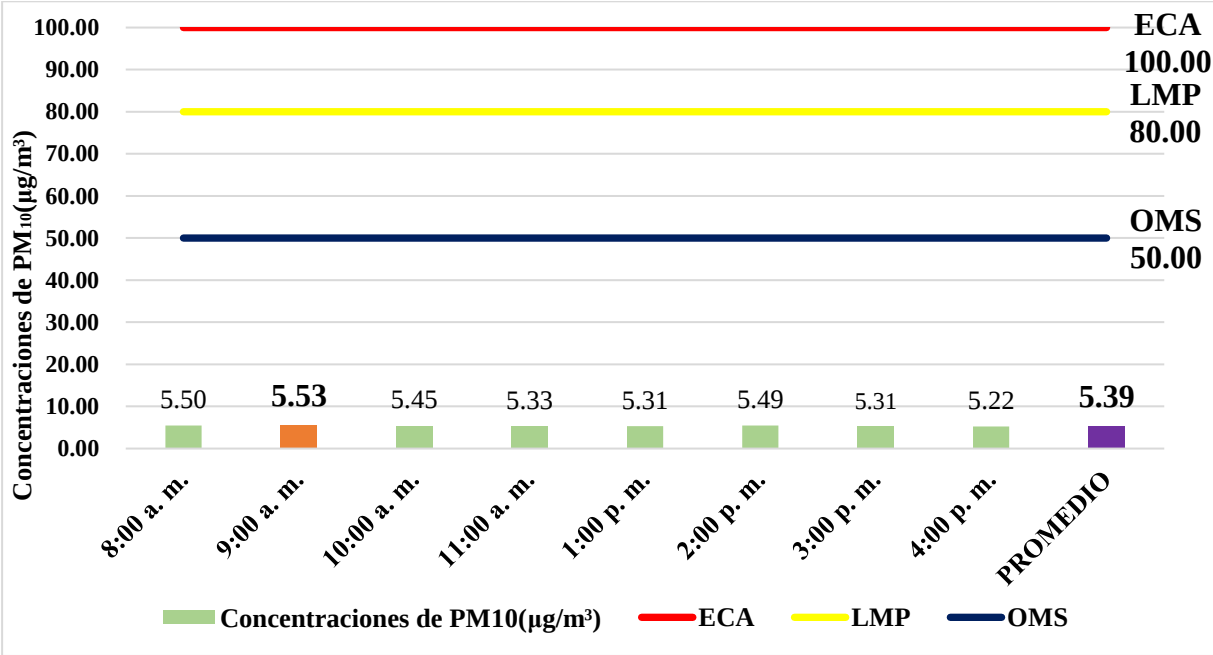


Figura. 98 Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 16/12/2024.

Tabla 109. Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 26/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM _{2.5} (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	3.62
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	3.43
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	3.67
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	3.49
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	3.77
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	3.35
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	3.17
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	3.73
PROMEDIO						3.53
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

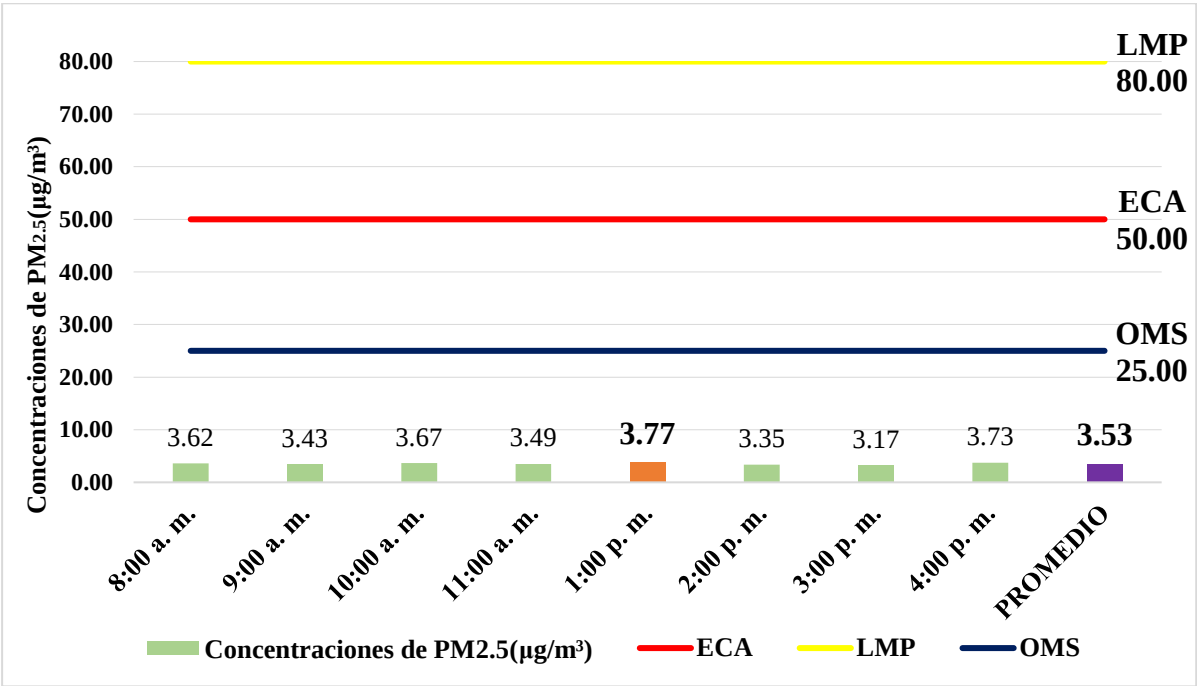


Figura. 99 Concentraciones de PM_{2.5} en E-06 - 26/12/2024.

Tabla 110. Concentraciones de PM_{10} en E-06 - 26/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{10}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	5.50
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	5.40
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	5.17
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	6.29
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	5.04
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	6.14
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	5.54
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	26/12/2024	5.78
PROMEDIO						5.61
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

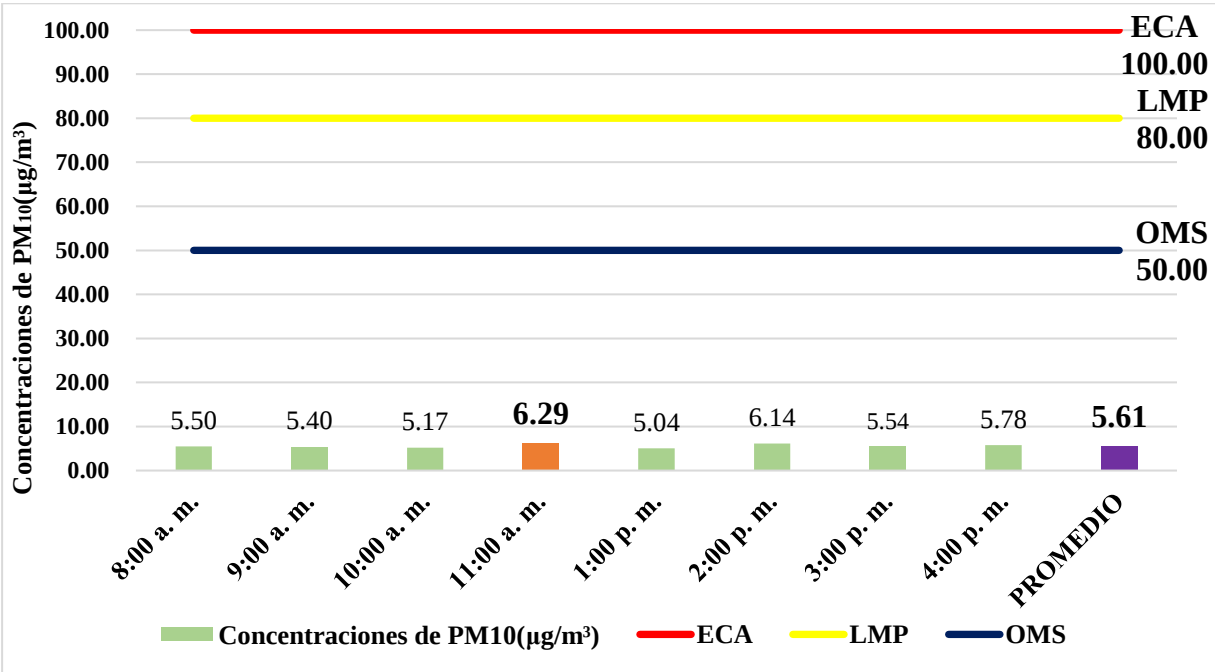


Figura. 100 Concentraciones de PM_{10} en E-06 - 26/12/2024.

Tabla 111. Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-06 - 30/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de $PM_{2.5}(\mu g/m^3)$
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	2.53
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	2.46
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	2.39
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	2.63
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	2.52
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	2.51
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	2.43
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	2.47
PROMEDIO						2.49
ECA						50.00
LMP						80.00
OMS						25.00

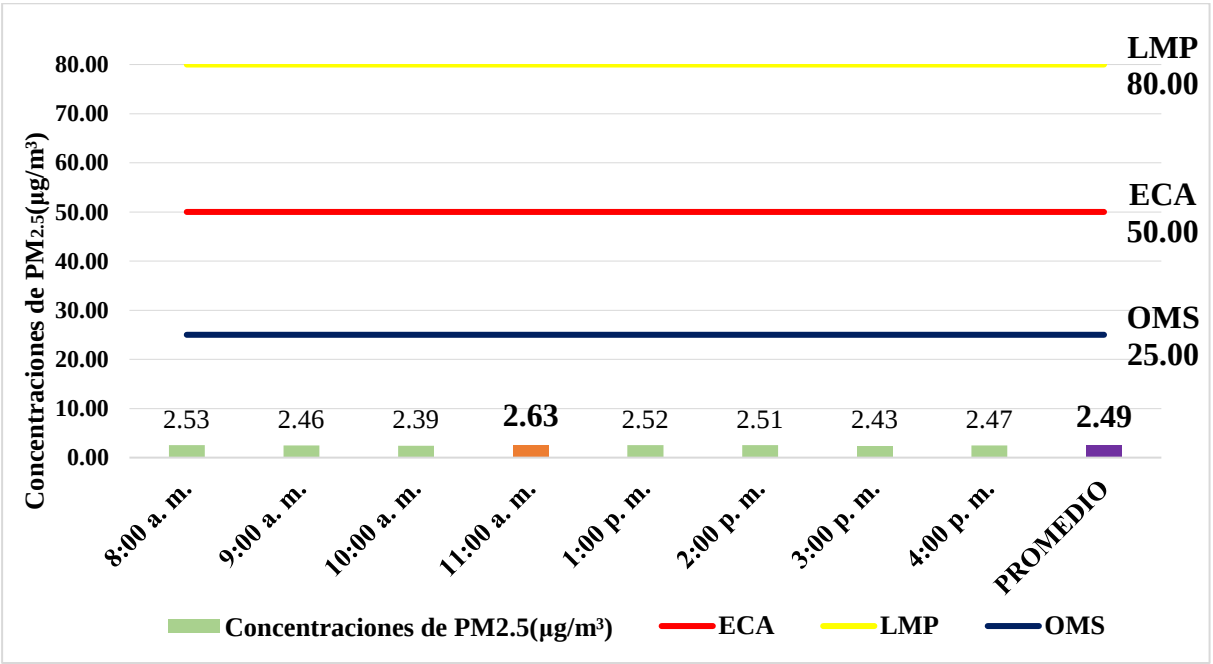


Figura. 101 Concentraciones de $PM_{2.5}$ en E-06 - 30/12/2024.

Tabla 112. Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 30/12/2024.

Hora de Control	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m	Fecha de Monitoreo	Concentraciones de PM ₁₀ (µg/m³)
		Este	Norte			
8:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	6.01
9:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	5.88
10:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	5.91
11:00 a. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	6.18
1:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	5.97
2:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	5.99
3:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	6.02
4:00 p. m.	E-06	768901.14	9255584.06	3051	30/12/2024	6.16
PROMEDIO						6.01
ECA						100.00
LMP						80.00
OMS						50.00

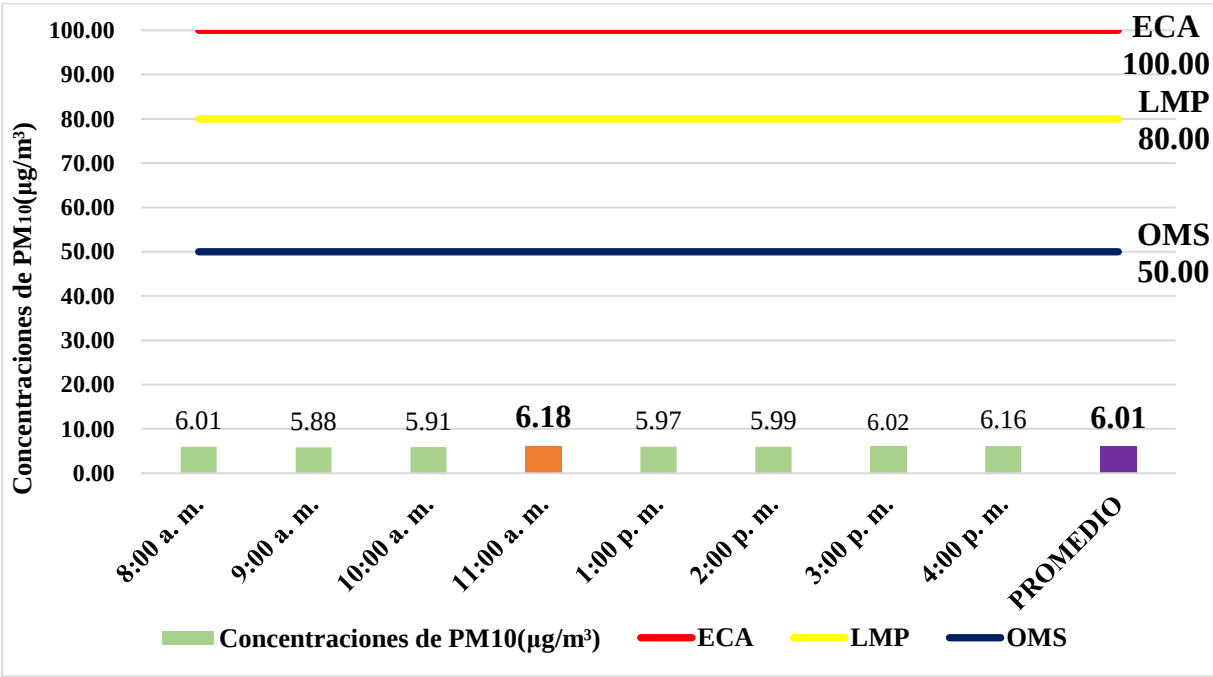


Figura. 102 Concentraciones de PM₁₀ en E-06 - 30/12/2024.