



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de
Investigación – RENATI. Resolución del Consejo Directivo de
SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: **BARBA REGALADO ALEJANDRO NAPOLEÓN**
Código de alumno: **2015.0097.9.AI** Teléfono: **999839838**
Correo electrónico: **alejanap11@gmail.com** DNI O Extranjería: **31672437**

2. Modalidad de trabajo de investigación:

Trabajo de investigación Trabajo académico
 Trabajo de suficiencia profesional Tesis

3. Título Profesional:

Bachiller Título Segunda especialidad
 Licenciado Magister Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

**EMISIONES DE GASES TÓXICOS DEL RELLENO SANITARIO PONGOR Y SU INCIDENCIA
EN LA CONTAMINACION AMBIENTAL DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ
2015 – 2016**

5. Facultad de:

6. Escuela, Carrera o Programa: Doctorado en Ingeniería Ambiental

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: **LOARTE RUBINA MAXIMILIANO** Teléfono: **952647082**
Correo electrónico: **maxloarte@hotmail.com** DNI o Extranjería: **32295136**

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.:

FECHA:



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**

ESCUELA DE POSTGRADO

**EMISIONES DE GASES TÓXICOS DEL RELLENO
SANITARIO PONGOR Y SU INCIDENCIA EN LA
CONTAMINACION AMBIENTAL DEL DISTRITO DE
INDEPENDENCIA - HUARAZ 2015 – 2016**

Tesis para optar el grado de Doctor
en Ingeniería Ambiental

ALEJANDRO NAPOLEÓN BARBA REGALADO

Asesor: Dr. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA

Huaraz – Ancash - Perú

2019

N° de Registro: TE0057

MIEMBROS DEL JURADO

Doctor Fernando Castillo Picón

Presidente

Doctor César Dávila Paredes

Secretario

Doctor Maximiliano Loarte Rubina

Vocal

ASESOR

Doctor Maximiliano Loarte Rubina

AGRADECIMIENTO

- A Dios, por darme otra oportunidad de superación, al permitir hacer realidad uno de los anhelos más deseados de mi vida, la de graduarme como doctor en Ingeniería Ambiental.
- A mis padres, que en paz descansan, don Estanislao Barba Gomero y doña Julia Regalado de Barba, mi gratitud eterna, por haberme dado la educación necesaria para ser perseverante en la lucha hasta lograr los objetivos.
- A mi esposa, María Gladys Dulanto de Barba, mis agradecimientos por su apoyo incondicional hasta la culminación de mis estudios y desarrollo de la tesis.
- Al Doctor Manuel Milla Pino, por sus aportes en el Análisis Estadístico datos de H₂S, SO₂ y NO₂ presentes en el Relleno Sanitario, Cotuyoc bajo y Cochapampa bajo.
- Al Ingeniero Rafael Figueroa Tauquino, por su colaboración en el Análisis de las Variables Meteorológicas en la Estación Meteorológica Pongor y en la Estación Meteorológica ubicada en el Local Central de la UNASAM.

INDICE

| | Pagina |
|--|---------------|
| Resumen..... | xx |
| Abstract..... | xxi |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1 Objetivos | 5 |
| 1.2 Hipótesis..... | 5 |
| 1.3 Variables..... | 5 |
| II. MARCO TEORICO | 9 |
| 2.1 Antecedentes | 9 |
| 2.2 Bases Teóricas..... | 10 |
| 2.2.1 Contaminación Atmosférica..... | 10 |
| 2.2.2 Material Particulado | 11 |
| 2.2.3 Origen y Destino de las Partículas Suspendidas Totales..... | 13 |
| 2.2.4 Composición Química de las Partículas | 14 |
| 2.2.5 Efectos del Material Particulado en la Contaminación Ambiental | 15 |
| 2.2.6 Variables Meteorológicas en el Comportamiento de las Partículas | 16 |
| 2.2.7 Botaderos a Cielo Abierto | 19 |
| 2.2.8. Rellenos Sanitarios | 20 |
| 2.2.9 La Contaminación del Aire en el Entorno de Rellenos Sanitarios | 25 |
| 2.2.10 Situación Actual de los Rellenos Sanitarios en el Perú..... | 26 |
| 2.2.11 Situación Actual del Relleno Sanitario Pongor | 28 |
| 2.2.12 Contaminación por Sulfuro de Hidrógeno | 31 |
| 2.2.13 Contaminación por Dióxido de Azufre | 32 |
| 2.2.14 Contaminación por Dióxido de Nitrógeno | 33 |
| 2.2.15 El Efecto Invernadero..... | 34 |
| 2.2.16 Gases de Efecto Invernadero | 35 |
| 2.3. Definición de Términos..... | 36 |

| | |
|--|-----|
| III. METODOLOGIA..... | 37 |
| 3.1. Tipo y diseño de la Investigación..... | 37 |
| 3.2. Plan de Recolección de la Información y/o diseño estadístico | 38 |
| 3.3. Instrumentos de recolección de la información..... | 40 |
| 3.4. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información..... | 40 |
| IV. RESULTADOS | 41 |
| V. DISCUSIÓN | 133 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 137 |
| VII. RECOMENDACIONES | 139 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 140 |
| ANEXO | |

LISTA DE FIGURAS

| | Pagina |
|---|---------------|
| Figura 01. Niveles de la Atmósfera..... | 17 |
| Figura 02. Botadero a Cielo Abierto..... | 20 |
| Figura 03. Proyecto de un Relleno Sanitario | 21 |
| Figura 04. Vista panorámica del relleno sanitario | 29 |
| Figura 05. Puerta de acceso al relleno sanitario..... | 29 |
| Figura 06. Invernadero del Relleno Sanitario | 30 |
| Figura 07. Almacén del Relleno Sanitario | 30 |
| Figura 08: Punto de muestreo 01, altitud 3500 msnm Relleno Sanitario | 53 |
| Figura 09: Punto de muestreo 02, altitud 3088 msnm Cotuyoc Bajo | 53 |
| Figura 10: Punto de muestreo 03, altitud 3123 msnm Cochapampa Bajo..... | 54 |
| Figura 11: Estación Meteorológica Portatil altitud 3500 msnm Relleno Sanitario . | 131 |
| Figura 12: Estación meteorológica fija Local central UNASAM, altitud 3052 msnm | 132 |

LISTA DE PLANOS

| | |
|---|----|
| Plano N°01: Muestreo correspondiente al mes de Abril 2016..... | 39 |
| Plano N°02: Muestreo correspondiente al mes de Mayo 2016..... | 39 |
| Plano N°03: Muestreo correspondiente al mes de Junio 2016..... | 39 |
| Plano N°04: Muestreo correspondiente al mes de Julio 2016 | 39 |
| Plano N°05: Muestreo correspondiente al mes de Agosto 2016 | 39 |

LISTA DE CUADROS

| | Página |
|--|---------------|
| Cuadro 01: Composición de gases en un Relleno Sanitario | 23 |
| Cuadro 02: Concentraciones típicas de Oligogases en los Rellenos Sanitarios | 24 |
| Cuadro 03: Rellenos Sanitarios autorizados a nivel Nacional | 27 |
| Cuadro N° 04: Concentraciones de H ₂ S, SO ₂ y NO ₂ | 41 |
| Cuadro N° 05: Concentraciones de H ₂ S, SO ₂ y NO ₂ | 42 |
| Cuadro N° 06: Concentraciones de H ₂ S, SO ₂ y NO ₂ | 42 |
| Cuadro N° 07: Concentraciones de H ₂ S, SO ₂ y NO ₂ | 42 |
| Cuadro N° 08: Concentraciones de H ₂ S, SO ₂ y NO ₂ | 43 |
| Cuadro N° 09: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas emitidas del relleno sanitario con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 43 |
| Cuadro N° 10: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 44 |
| Cuadro N° 11: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 44 |
| Cuadro N° 12: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas Emitidas del relleno sanitario con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 45 |

| | |
|--|----|
| Cuadro N° 13: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 45 |
| Cuadro N° 14: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 46 |
| Cuadro N° 15: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas emitidas del relleno sanitario con los Limites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 46 |
| Cuadro N° 16: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los Limites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 47 |
| Cuadro N° 17: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los Limites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 47 |
| Cuadro N° 18: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas Emitidas del relleno sanitario con los Limites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 48 |
| Cuadro N° 19: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los Limites máximos permisibles del MINAM y la OMS | 48 |
| Cuadro N° 20: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los Limites máximos | |

| | |
|--|----|
| Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 59 |
| Cuadro N° 34: Variación horaria de la Velocidad de Viento y Dirección de Viento | |
| Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 61 |
| Cuadro N° 35: Variación horaria de la Temperatura | |
| Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 62 |
| Cuadro N° 36: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 64 |
| Cuadro N° 37: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 65 |
| Cuadro N° 38: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 67 |
| Cuadro N° 39: Variación horaria de la Velocidad de Viento y Dirección de Viento | |
| Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 68 |
| Cuadro N° 40: Variación horaria de la Temperatura | |
| Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 70 |
| Cuadro N° 41: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 72 |
| Cuadro N° 42: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 73 |
| Cuadro N° 43: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 75 |

| | |
|--|----|
| Cuadro N° 44: Variación horaria de la Velocidad de Viento y Dirección de Viento Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 76 |
| Cuadro N° 45: Variación horaria de la Temperatura Local central: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 78 |
| Cuadro N° 46: Variación horaria de la Humedad Relativa Local central: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 79 |
| Cuadro N° 47: Variación horaria de la Presión Atmosférica Local central: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 81 |
| Cuadro N° 48: Variación horaria de la Radiación Solar Local central: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 82 |
| Cuadro N° 49: Variación horaria de la Velocidad de Viento y Dirección de Viento Local central: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 84 |
| Cuadro N° 50: Variación horaria de la Temperatura Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 86 |
| Cuadro N° 51: Variación horaria de la Humedad Relativa Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 87 |
| Cuadro N° 52: Variación horaria de la Presión Atmosférica Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 89 |
| Cuadro N° 53: Variación horaria de la Radiación Solar Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 90 |
| Cuadro N° 54: Variación horaria de la Velocidad de Viento y | |

| | |
|--|-----|
| Dirección de Viento | |
| Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 92 |
| Cuadro N° 55: Variación horaria de la Temperatura | |
| Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 93 |
| Cuadro N° 56: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 95 |
| Cuadro N° 57: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 96 |
| Cuadro N° 58: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 98 |
| Cuadro N° 59: Variación horaria de la Velocidad de Viento y | |
| Dirección de Viento | |
| Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 99 |
| Cuadro N° 60: Variación horaria de la Temperatura | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 101 |
| Cuadro N° 61: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 103 |
| Cuadro N° 62: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 104 |
| Cuadro N° 63: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 106 |
| Cuadro N° 64: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y | |
| Dirección de VientoPongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 107 |

| | |
|--|-----|
| Cuadro N° 65: Variación horaria de la Temperatura | |
| Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 109 |
| Cuadro N° 66: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 110 |
| Cuadro N° 67: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 111 |
| Cuadro N° 68: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 113 |
| Cuadro N° 69: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y | |
| Dirección de Viento | |
| Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 114 |
| Cuadro N° 70: Variación horaria de la Temperatura | |
| Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 116 |
| Cuadro N° 71: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 117 |
| Cuadro N° 72: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 119 |
| Cuadro N° 73: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 120 |
| Cuadro N° 74: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y | |
| Dirección de Viento | |
| Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 121 |
| Cuadro N° 75: Variación horaria de la Temperatura | |

| | |
|--|-----|
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 123 |
| Cuadro N° 76: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 124 |
| Cuadro N° 77: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 126 |
| Cuadro N° 78: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 127 |
| Cuadro N° 79: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y | |
| Dirección de Viento | |
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 129 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | Página |
|--|---------------|
| Gráfico N° 01: Variación horaria de la Temperatura | |
| 55 | |
| Gráfico N° 02: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 57 |
| Gráfico N° 03: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 58 |
| Gráfico N° 04: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 60 |
| Gráfico N° 05: Rosa de los Vientos | |
| Pongor 30/04/2016 a 01/05/2016 | 61 |

| | |
|---|----|
| Gráfico N° 06: Variación horaria de la Temperatura | |
| Local Central 30/04/2016 a 01/05/2016 | 63 |
| Gráfico 07: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central 30/04/2016 a 01/05/2016 | 64 |
| Gráfico N° 08: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 66 |
| Gráfico N° 09: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Local Central 30/04/2016 a 01/05/2016 | 67 |
| Gráfico N° 10: Rosa de los Vientos. | |
| Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016 | 69 |
| Gráfico 11: Variación horaria de la Temperatura | |
| Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 71 |
| Gráfico 12: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Pongor 21/05/2016 a 22/05/2016 | 72 |
| Gráfico N° 13: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 74 |
| Gráfico 14: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 75 |
| Gráfico N° 15: Rosa de los Vientos. Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 77 |
| Gráfico N° 16: Variación horaria de la Temperatura | |
| Local Central 21/05/2016 a 22/05/2016 | 78 |
| Gráfico N° 17: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central 21/05/2016 a 22/05/2016 | 80 |

| | |
|--|----|
| Gráfico N° 18: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 81 |
| Gráfico N° 19: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Local Central 21/05/2016 a 22/05/2016 | 83 |
| Gráfico N° 20: Rosa de los Vientos | |
| Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016 | 84 |
| Gráfico N° 21: Variación horaria de la Temperatura | |
| Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 86 |
| Gráfico 22: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 88 |
| Gráfico N° 23: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 89 |
| Gráfico N° 24: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 91 |
| Gráfico N° 25: Rosa de los Vientos. | |
| Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 92 |
| Gráfico N° 26: Variación horaria de la Temperatura | |
| Local Central 25/06/2016 a 26/06/2016 | 94 |
| Gráfico N° 27: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central 25/06/2016 a 26/06/2016 | 95 |
| Gráfico N° 28: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 97 |
| Gráfico N° 29: Variación horaria de la Radiación Solar | |

| | |
|--|-----|
| Local Central 25/06/2016 a 26/06/2016 | 98 |
| Gráfico N° 30: Rosa de los Vientos. | |
| Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016 | 100 |
| Gráfico N° 31: Variación horaria de la Temperatura | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 102 |
| Gráfico N° 32: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 103 |
| Gráfico N° 33: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 105 |
| Gráfico N° 34: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 106 |
| Gráfico N° 35: Rosa de los Vientos. | |
| Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 108 |
| Gráfico N° 36: Variación horaria de la Temperatura | |
| Local Central 23/07/2016 a 24/07/2016 | 109 |
| Gráfico N° 37: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central 23/07/2016 a 24/07/2016 | 110 |
| Gráfico N° 38: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 112 |
| Gráfico N° 39: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Local Central 23/07/2016 a 24/07/2016 | 113 |
| Gráfico N° 40: Rosa de los Vientos. | |
| Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016 | 115 |

| | |
|--|-----|
| Gráfico N° 41: Variación horaria de la Temperatura | |
| Pongor: (20/08/2016 a 21/08/2016) | 116 |
| Gráfico 42: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Pongor 20/08/2016 a 21/08/2016 | 118 |
| Gráfico N° 43: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 119 |
| Gráfico N° 44: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 120 |
| Gráfico N° 45: Rosa de los Vientos. | |
| Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 122 |
| Gráfico N° 46: Variación horaria de la Temperatura | |
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 123 |
| Gráfico N° 47: Variación horaria de la Humedad Relativa | |
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 125 |
| Gráfico N° 48: Variación horaria de la Presión Atmosférica | |
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 126 |
| Gráfico N° 49: Variación horaria de la Radiación Solar | |
| Local Central 20/08/2016 a 21/08/2016 | 128 |
| Gráfico N° 50: Rosa de los Vientos. | |
| Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016 | 129 |

RESUMEN

En la presente investigación, se evaluaron las concentraciones de tres gases contaminantes del aire (H_2S), (SO_2) y (NO_2) en el Relleno Sanitario, Cotuyoc bajo y Cochapampa para determinar la medida en que estos gases, contribuyen a la contaminación ambiental del distrito de Independencia.

Para tal efecto, se muestrearon aire en tres puntos: punto de muestreo N° 01 ubicado en el Relleno Sanitario a una altitud de 3500 msnm; punto de muestreo N° 02 ubicado en Cotuyoc Bajo a una altitud de 3088 msnm y el punto de muestreo N° 03 ubicado en Cochapampa Bajo a una altitud de 3123 msnm.

El tiempo estimado para la toma de muestras fue de 24 horas para el H_2S y el SO_2 y de 01 hora para el NO_2 , según protocolo del MINAM y la OMS. Las Variables Meteorológicas se midieron en el Relleno Sanitario y el Local Central de la UNASAM. Los análisis se hicieron en el laboratorio de Calidad Ambiental y el centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo (CIAD)

Los resultados demuestran que las concentraciones de sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, están por debajo de los límites máximos establecidos por el MINAM y la OMS.

Palabras claves: relleno sanitario, contaminación ambiental, límites máximos permisibles.

ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to evaluate the concentrations of some gases emitted into the atmosphere from the Pongor landfill and to determine the harmful effects they cause to air in the area of environmental pollution in the district of Independencia. For this purpose, air samples were taken at three points: sampling point No. 01 located in the sanitary landfill at an altitude of 3500 m.s.m.; the sampling point N ° 02 located in Cotuyoc Bajo at an altitude of 3088 m.s.m. and the sampling point N ° 03 located in Cochapampa bajo at an altitude of 3123 m.s.n.m. The gaseous emissions sampled were Hydrogen Sulfide (H₂S), Sulfur Dioxide (SO₂) and Nitrogen Dioxide (NO₂); The estimated time for sampling was 24 hours for H₂S and SO₂ and 01 hours for NO₂, as established by MINAM and WHO. For the control of meteorological variables, two stations were used, in the sanitary landfill and the central premises of UNASAM.

The gaseous concentrations of each sample were analyzed in the Environmental Quality laboratory and the meteorological variables in the Center for Environmental Research for Development.

The results show that the gas concentrations analyzed are below the maximum permissible limits recommended by the Environmental Norms (MINAM and OMS).

Keywords: sanitary landfill, environmental pollution, maximum permissible limits.

I. INTRODUCCION

Evaluación del impacto del relleno sanitario Doña Juana (Colombia) en la salud de grupos poblacionales en su área de influencia, trabajo de investigación (2006), La literatura actual menciona que los potenciales efectos de los RS en la salud de las poblaciones expuestas, van desde aumento en la prevalencia de síntomas auto-reportados tales como fatiga, somnolencia, dolor de cabeza y síntomas respiratorios, hasta bajo peso al nacer, malformaciones congénitas y ciertos tipos de cáncer.

En poblaciones vulnerables como recién nacidos, el principal efecto encontrado sobre la salud es un ligero aumento de la incidencia de malformaciones congénitas entre las poblaciones que residen cerca a los rellenos sanitarios, al ser comparadas con poblaciones que residen, por lo menos a dos kilómetros de distancia del perímetro del mismo.

Romero, M; Diego, F; Álvarez; M. (2006) La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más severos que afronta la humanidad a nivel mundial, está presente en los diversos estratos sociales, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre el medio ambiente y la salud del hombre.

Chandra, P; Venkata, S; Jayarama, S. (2006) En la actualidad, un problema que ha tenido gran relevancia y que tiene lugar en las zonas urbanas es la contaminación atmosférica por partículas suspendidas totales (PST), estas partículas, pueden variar considerablemente de tamaño, composición química, distribución espacial y tiempo de permanencia en la atmósfera, siendo las partículas suspendidas menores o iguales a 10

μm , conocidos como material particulado (PM_{10}) las que forman parte de los contaminantes de gran interés, debido a que se ha demostrado sus efectos nocivos sobre la salud y el medio ambiente.

Flores, J; *et al.* (2010). Son considerados como indicadores de la calidad del aire aquellos contaminantes que se emiten en mayores cantidades a la atmósfera, como resultado de las actividades desarrolladas por el hombre, y las concentraciones de dichas sustancias a nivel de la atmósfera han sido aceptadas por la comunidad científica internacional, convirtiéndose en objeto de estudio de muchas comunidades técnico-científicas para determinar aspectos tales como: fuentes de emisión, tiempos de vida y reacciones que generan en la atmósfera; además, de sus efectos sobre la salud, las plantas, los animales y los bienes materiales.

Herrera y Rodríguez. (2009). En tal sentido, las concentraciones del material particulado en la atmósfera son una medida de la calidad del aire, siendo este parámetro una importante herramienta de trabajo para las autoridades en su labor de protección del medio ambiente.

Girón, S; Mateus, J; Méndez, F. (2009) La exposición a agentes contaminantes como metano, compuestos orgánicos volátiles y PM_{10} provenientes de los sitios de disposición final de residuos sólidos, tiene efectos potencialmente negativos en la salud de la población que vive en su área de influencia. Adicionalmente, la variación en la concentración y el comportamiento del material particulado en la atmósfera, son influenciadas por las variables meteorológicas como la temperatura, la humedad relativa, y la radiación solar entre otros; las cuales, controlan la velocidad con las que

se realizan las reacciones químicas en la atmósfera; al mismo tiempo, la dispersión de dichos contaminantes es influenciada por la velocidad y dirección de los vientos.

En este contexto, la Planta de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Pongor de la Municipalidad Distrital de Independencia es una fuente de contaminación, se encuentra a una altitud de 3 143 msnm, ubicado en la carretera Huaraz-Casma a una distancia de 3,5 kilómetros.

En este relleno sanitario, el manejo de residuos sólidos es inadecuado, puesto que no cuenta con un sistema de recolección de lixiviados y tampoco con un sistema de chimeneas para el manejo adecuado de emisiones gaseosas, deficiencia que trae como consecuencia presencia de malos olores en el seno del relleno y su entorno.

Por otro lado, existen pequeñas poblaciones asentadas en el entorno del Relleno Sanitario, el cual, constituye para algunos de sus habitantes, una fuente de trabajo e ingresos económicos mediante la recolección y venta de materiales reciclables como artículos de plástico, cartón, papel y metales, entre otros. Durante el desarrollo de las jornadas de segregación, se observa que las personas dedicadas a esta actividad, no llevan la indumentaria adecuada para realizar este tipo de trabajo, están directamente expuestas a la contaminación.

En el presente trabajo, se evaluaron concentraciones de tres gases presentes en el aire que circula en el Relleno Sanitario y en su entorno, para tal efecto, se seleccionaron tres puntos de muestreo y en cada punto se tomaron muestras de aire para analizar las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H_2S) generador de olores nauseabundos, Dióxido de Azufre (SO_2) y Dióxido de Nitrógeno (NO_2) responsables de lluvias ácidas.

El punto de muestreo N° 01, ubicado en el relleno sanitario a una altitud de 3500 msnm, el punto de muestreo N° 02 ubicado en Cotuyoc bajo a una altitud de 3088 msnm y el punto de muestreo N° 03 ubicado en Cochapampa bajo a una altitud de 3123 msnm. La información adquirida durante el desarrollo del trabajo, permitirá establecer una base de datos que a futuro ayudará a visualizar la medida en que estas emisiones contribuyen a la contaminación ambiental. Además, permitirá desarrollar procedimientos de control, mitigación y recuperación de las áreas afectadas por las emisiones gaseosas, mejorando la salud y calidad de vida de los habitantes que residen en el área circundante al relleno sanitario.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Investigar y evaluar los niveles de concentración de gases tóxicos emitidos del Relleno Sanitario Pongor y determinar su incidencia en la Contaminación Ambiental del distrito de Independencia - Huaraz 2015-2016.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM, las concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno en el Relleno Sanitario (punto de muestreo 01), Cotuyoc bajo (punto de muestreo 02) y Cochapampa bajo (punto de

muestreo 03) y comparar los promedios mensuales de concentración con los establecidos por Normas Internacionales como la OMS y el MINAM.

- b. Hacer el Análisis Estadístico de la información obtenida sobre los niveles de Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno en los tres puntos de muestreo.
- c. Medir las Variables Meteorológicas en el Relleno Sanitario y el Local Central de la UNASAM.

1.2 HIPOTESIS

Las concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno determinados en el laboratorio, son mayores que los límites máximos permisibles recomendados por el MINAM y la OMS ¿tienen incidencia en la contaminación Ambiental del distrito de Independencia – Huaraz 2015-1016?

1.3 VARIABLES

Variable Independiente

Variable Dependiente

Variable Interveniente.

1.3.1 Variable independiente. *Emisiones Gaseosas Tóxicas*

a. Definición conceptual. Emisiones Gaseosas Tóxicas, son una mezcla de gases o fluidos gaseosos que se emiten a la atmósfera, ya sea como residuos o productos procedentes de la actividad desarrollada por el hombre o pueden provenir de procesos naturales. En el presente caso, las emisiones gaseosas provienen de la descomposición de residuos sólidos del Relleno Sanitario Pongor, estas emisiones, son nocivos para el Medio Ambiente y la Salud Humana.

b. Definición operacional. Tomar muestras de aire en tres puntos de muestreo para analizar presencia de sulfuro de hidrógeno durante 24 horas, dióxido de azufre por 24 horas y dióxido de nitrógeno por 01 hora. Los muestreos se realizan mediante el uso de trenes de muestreo, los cuales, contienen soluciones captadoras específicas para cada tipo de gas; los puntos de muestreo están ubicados en el relleno sanitario y en los sectores denominados Cotuyoc bajo y Cochapampa bajo.

c. Indicadores. Hallar presencia de sulfuro de hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno en las muestras, durante el análisis químico.

1.3.2 Variable dependiente. *Contaminación Ambiental*

a. Definición Conceptual. Es la presencia en el aire de agentes extraños como gases, partículas sólidas, aerosoles (gotas en suspensión), que son perjudiciales para los procesos biológicos normales de los seres vivos o deterioran los materiales naturales y aquellos hechos por el hombre.

b. Definición operacional. Determinar en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM, las concentraciones en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno en cada una de las muestras tomadas en los tres puntos de muestreo. Es decir, en el Relleno Sanitario, Cotuyoc Bajo y Cochapampa Bajo.

c. Indicadores. Sí los resultados de los análisis de las concentraciones gaseosas en Laboratorio, son mayores que los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS, existe contaminación atmosférica por la emisión de estos gases a partir del Relleno Sanitario y, en caso contrario, no tendrán incidencia significativa.

1.3.3 Variable interviniente. *Variables Meteorológicas*

a. Definición conceptual. Toda variable, implica variación o cambio. Entonces, las variables meteorológicas se refieren a las variaciones que experimentan en el tiempo y espacio la temperatura, humedad relativa, presión, radiación solar, velocidad y dirección de viento; la influencia de estas variables en los Procesos de Contaminación Ambiental son de primordial importancia, de ellas, depende el equilibrio térmico entre la atmósfera y la tierra.

Para medir las variables meteorológicas se utilizaron una estación meteorológica portátil ubicada en el relleno sanitario y otra estación fija en el local central de la UNASAM.

b. Definición operacional. Para medir las variables meteorológicas durante el desarrollo de la investigación se utilizaron dos estaciones meteorológicas: una portátil ubicada en el Relleno Sanitario y otra fija en el Local Central de la UNASAM.

La Estación Meteorológica permite medir la temperatura en $^{\circ}\text{C}$, humedad relativa en porcentaje (%), la presión atmosférica en hectopascales (hPa), la precipitación en milímetros (mm), radiación solar en vatios por metro cuadrado (w/m^2), la velocidad del viento en metros por segundo (m/s) y la dirección del viento en grados

sexagesimales. Los resultados de dichas mediciones se hicieron en el Laboratorio del Centro de Investigación para el Desarrollo Ambiental (CIAD) de la UNASAM.

c. Indicadores. Las concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno deben ser menores respecto a las del Relleno Sanitario, por Dispersión gaseosa o acción de las variables meteorológicas.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes.

Garrillo, O; Edinson, E. (2010) El desmesurado crecimiento de la humanidad en el mundo en los últimos años, ha traído consigo un gran incremento en la actividad productiva e industrial, generando impactos negativos sobre el medio ambiente, que por negligencia en la mayor parte de los casos, no han sido como corresponde dimensionados. El problema de la contaminación atmosférica, es uno de los más relevantes y preocupantes, tanto por su magnitud como por sus efectos, y se manifiesta especialmente en las diferentes actividades industriales desarrolladas por la humanidad, dando lugar, a que algunos países regulen el monitoreo de calidad del aire partiendo de inventario de emisiones y modelos de dispersión atmosférica, en asentamientos urbanos y complejos industriales.

Korp; M. (1999) Desde inicios de 1950, se observó en los países de América Latina y el Caribe una preocupación por la Contaminación del Aire. Las Universidades y las dependencias de los Ministerios de Salud fueron los Organismos que realizaron las primeras mediciones de Contaminación en el Aire.

Korp, M. (1999) En 1965, el Consejo Directivo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) recomendó a su director el establecimiento de programas de investigación de la contaminación del agua y del aire, con el objeto de colaborar con los Gobiernos miembros en el desarrollo de políticas adecuadas de control. Al iniciar la OPS su programa regional, prácticamente ningún país conocía la magnitud real de sus problemas de contaminación atmosférica. Por medio del Centro Panamericano de

Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), que iniciaba sus actividades, la OPS acordó establecer una red de estaciones de muestreo de la contaminación del aire. EPA. (1997) La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, estableció como recomendaciones la instalación de un equipo de monitoreo continuo para SO₂ para una población de 100000 habitantes y de tres equipos de monitoreo manual para NO₂ para la misma población.

2.2 Bases Teóricas:

2.2.1 Contaminación Atmosférica

COVENIN. (1995) Es la presencia de agentes extraños en el aire, considerándose como tales a aquellas sustancias que por su naturaleza, son capaces de alterar la composición natural del mismo, modificando sus propiedades físicas y químicas; y cuya concentración y tiempo de permanencia en la atmósfera, pueda originar efectos nocivos sobre la Salud Humana y el Medio Ambiente en general.

Ley General del Ambiente. (2005) Ley N° 28611. En su artículo I del derecho y deber fundamental, sostiene. Toda persona tiene derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

Organización Mundial de la Salud (2014) La Contaminación del aire (atmósfera), es la variación de su composición por cualquier agente químico, físico o biológico que modifica las características naturales de la atmósfera.

Manaham, S. (2004) La Contaminación Atmosférica, se define como la presencia en el aire de sustancias extrañas sean éstas gaseosas, sólidas o una combinación de ambas, en cantidad y tiempo de permanencia, tal que pueden provocar efectos nocivos para la Salud Humana y el entorno.

2.2.2 Material Particulado

SIAC. (2013) La característica más importante de toda partícula es su tamaño. Esta propiedad, tiene mayor impacto en el comportamiento de las partículas en la atmósfera (aire) y por ende en el tracto respiratorio. El tamaño de partícula se expresa generalmente en términos de su diámetro aerodinámico promedio, en lugar, de su diámetro real o físico; el término “diámetro aerodinámico” hace referencia al diámetro de una esfera de densidad uno (01) como promedio, debido a que las partículas no poseen una forma homogénea.

Cano, Y. (2012) Las partículas aparecen en una amplia variedad de formas tales como esferas, elipsoides, cubos y geometrías irregulares. La forma de las partículas es importante para determinar las propiedades ópticas de las mismas, la dirección de la luz solar dispersada por ciertas formas de partículas, su orientación física en tanto estén suspendidas y la superficie de contacto, entre otras.

Préndez, M; Corvalán, R; Cisternas, M. (2007) El material particulado es un contaminante de naturaleza compleja no sólo por sus características físicas (masa, volumen y densidad), sino también por sus características químicas puesto que contiene compuestos orgánicos e inorgánicos. Estas características son importantes para determinar el tipo y magnitud de los efectos sobre la salud humana, el material particulado se clasifica en dos grupos.

a. Por su Tamaño

Préndez, M; Corvalán, R; Cisternas, M. (2007) Las partículas suspendidas totales (PST) mayores a 10 micrómetros (μm) se definen como no inhalables y las menores a 10 μm como inhalables. A su vez, las partículas inhalables se clasifican en dos categorías: **partículas gruesas**, cuyos diámetros son mayores a 2,5 μm y menores a 10 μm , tales como las que se encuentran cerca de carreteras e industrias polvorientas, y en **partículas finas**, con un diámetro menor o igual a 2,5 μm . Estas partículas pueden ser emitidas directamente desde fuentes como los incendios forestales o pueden formarse cuando los gases emitidos por las centrales eléctricas, las industrias y los automóviles, reaccionan con el aire.

b. Por su Origen

Guilli, G; *et al.* (2007). Las partículas emitidas directamente desde su fuente son denominadas primarias, y aquellas formadas en la atmósfera a través de reacciones químicas entre el aire y los contaminantes que se emitieron originalmente en forma de gases, son conocidas como partículas secundarias.

2.2.3 Origen y Destino de las Partículas Suspendidas Totales PST

Querol, X. (2008) Entre las fuentes principales de contaminación atmosférica por material particulado se encuentran los automóviles, industrias de cemento, plantas termoeléctricas, incineraciones (basura, desperdicios, incendios forestales, entre otros), consumo de combustible industrial (refinerías de petróleo, plásticos, petroquímica), volcanes, procesos de desgaste de la corteza terrestre, etc.

Vallero, D. (2008) El tamaño de una partícula depende del tipo de proceso del cual proviene, por ejemplo, los procesos de combustión pueden generar partículas muy pequeñas, mientras que las partículas gruesas a menudo provienen de procesos mecánicos como molienda, arrastre de polvo y tierra, entre otros. Si las partículas son lo suficientemente pequeñas y de bajo peso, pueden permanecer suspendidas en el aire durante largos periodos de tiempo.

Turner, J; *et al.* (2008) Existe dos grupos de partículas distribuidas en la atmósfera. El primer grupo, lo constituyen las partículas cuyo diámetro aerodinámico no excede de $0,08 \mu\text{m}$ llamadas **partículas de nucleación**, estas partículas, formadas durante los diferentes procesos de combustión o condensación de gases, tienen un tiempo de residencia menor a una hora debido ya que coagulan rápidamente con partículas más grandes o sirven como núcleos para la formación de gotas de niebla.

Turner, J; *et al.* (2008) El segundo grupo, lo conforman las partículas que tienen un diámetro aerodinámico comprendido entre $0,08$ y $2,00 \mu\text{m}$ formando ambas las denominadas **partículas de acumulación**, éstas, resultan de la coagulación de las

partículas más pequeñas emitidas de las fuentes de combustión, de la condensación de especies volátiles y de las partículas finas de polvo de tierra.

Turner, J; *et al.* (2008) Hay dos procesos importantes de remoción del material particulado de la atmósfera.

a. Deposición Seca. Cuando las partículas se depositan en la superficie terrestre por acción de la gravedad y por difusión.

b. Deposición Húmeda. Cuando las partículas contaminantes no sedimentables son depositadas en la superficie terrestre por acción de las lluvias o nieve.

Fernández, F. (2001) Las partículas ultra finas se eliminan difícilmente de la atmósfera debido a que las turbulencias del aire, minimizan el efecto de las fuerzas de sedimentación, que para este caso, son insignificantes. En cambio las partículas gruesas permanecen poco tiempo en la atmósfera, por su tamaño sedimentan con facilidad.

2.2.4 Composición Química de las Partículas

Guilli, G; *et al.* (2007) La ubicación geográfica, las características urbanas, las emisiones industriales y vehiculares entre otras, y las condiciones meteorológicas tienen un papel muy importante en la determinación de la composición de las partículas suspendidas en la atmósfera.

Fernández, F. (2001) Los componentes mayoritarios de las partículas suspendidas son material geológico como óxidos de aluminio, silicio, calcio, titanio y hierro; adicionalmente materia orgánica, compuestos metálicos, sulfatos, nitratos, amonio, especies solubles en agua como el cloruro de sodio y, elementos traza en zonas

industrializadas. El 50% de las partículas cuyo diámetro es de 10 μm están formadas por material geológico.

2.2.5 Efectos del Material Particulado en la Contaminación Ambiental

SIAC. (2013) El tamaño o diámetro de las partículas está directamente relacionado con su efecto para generar problemas de salud, especialmente las que tienen un diámetro menor o igual a 10 μm . Dichas partículas, son las que generalmente pasan a través de la nariz y la garganta y una vez inhaladas afectan directamente el corazón y los pulmones de la población expuesta a estos contaminantes.

Flores, J; *et al.* (2010) La exposición a material particulado cuyo diámetro es menor o igual a 10 μm ha generado gran preocupación en los entes dedicados al manejo de programas ambientales, especialmente en estas últimas décadas. Estudios realizados demuestran que existe una relación significativa entre las cantidades de partículas suspendidas de la fracción respirable en la atmósfera (10 μm) y el riesgo de mortalidad en la población.

Leitte, A; *et al.* (2011). Hay una relación directa entre el incremento significativo de consultas médicas de pacientes afectados por enfermedades de las vías respiratorias superiores e inferiores, y el incremento de las concentraciones de material particulado de la fracción respirable (PM_{10}), encontrándose afecciones tales como: dificultad para respirar, tos, ronquera y ardor de los ojos.

Pope, C; *et al.* (2002) La contaminación por partículas finas provenientes de los procesos de combustión, son considerados como un factor muy importante en la

generación de cáncer cardiovascular y pulmonar. Por cada $10 \mu\text{m}^3$ de incremento de partículas en la atmósfera de un diámetro menor o igual a $2,5 \mu\text{m}$, hay una relación del 4%, 6% y 8% de aumento en el riesgo de padecer estas enfermedades.

Graff, D; *et al.* (2009) Las personas jóvenes y sanas experimentan efectos fisiológicos leves cuando se exponen a la contaminación del material particulado, debido a que tanto las partículas finas como las gruesas inducen sólo a cambios cardiopulmonares.

Neupane, B; *et al.* (2009) En el caso de los ancianos y niños, la exposición prolongada a niveles altos de dióxido de nitrógeno y partículas finas $2,5 \mu\text{m}$ se asocia significativamente con las hospitalizaciones por neumonía, adquiridos en la comunidad afectada.

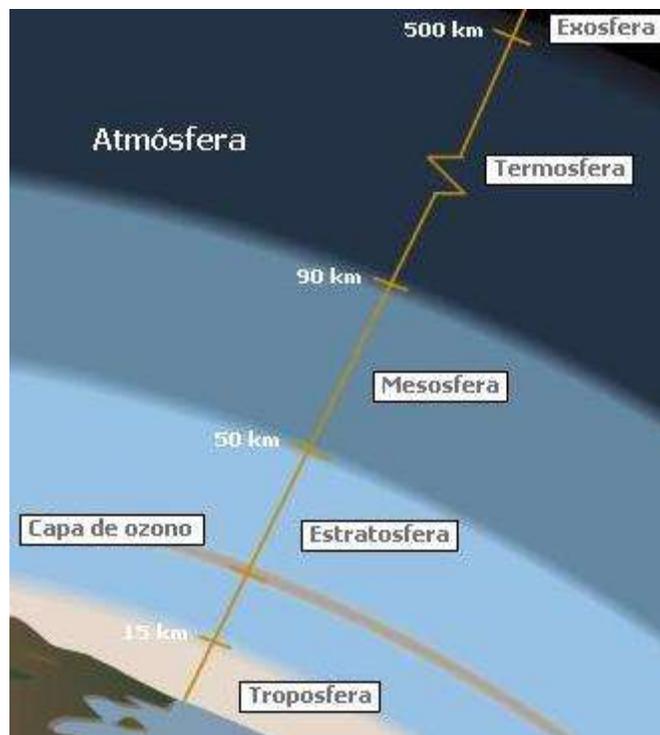
Ritz, B; Wilhelm, M; Zhao; Y. (2006) En países como los Estados Unidos y Corea del Sur, se evaluó la influencia de la contaminación del aire en el caso de muertes infantiles, resultando estos casos, ser más susceptibles a partículas de $10 \mu\text{m}$ de diámetro en términos de mortalidad, especialmente la mortalidad respiratoria.

2.2.6. Las Variables Meteorológicas en el Comportamiento de las Partículas

Organización Panamericana de la Salud (2005). La meteorología es la ciencia de la atmósfera o medio en el que se difunden los contaminantes del aire, por otro lado, la meteorología de la contaminación del aire, es el estudio de las formas diversas como los fenómenos atmosféricos afectan el destino de cada uno de los contaminantes, y su conocimiento tiene importancia fundamental, para manejar y controlar las descargas de estos contaminantes, a partir de sus fuentes.

Wark, K. (2002). Todos los contaminantes del aire, emitidos por fuentes fijas son transportados, dispersados o concentrados por las condiciones meteorológicas y topográficas. El ciclo de permanencia aérea de los contaminantes se inicia con la emisión de los mismos desde sus fuentes, seguido por su transporte y difusión en la atmósfera; el ciclo se completa cuando los contaminantes se depositan en la superficie del suelo, sobre la vegetación, el ganado, el agua y otros objetos. Casi toda la contaminación del aire, se difunde a en la tropósfera parte baja de la atmósfera ver figura 01.

Figura 01: Niveles de la Atmosfera.



Fuente: <http://ficus.pntic.mec.es/vfem0006/hotpot/rhibrida.htm>

El transporte de los contaminantes del aire está determinado por la dirección y la velocidad de los vientos. La tasa de dispersión, depende de la estructura térmica de la atmósfera, de la agitación mecánica del aire a medida que se desplaza sobre los diferentes accidentes geográficos. La radiación solar y la humedad, así como otros parámetros meteorológicos, son los responsables de las transformaciones físicas, químicas y biológicas de las sustancias contaminantes contenidas en el aire. La remoción de los contaminantes a partir de la atmósfera, no sólo depende de sus características sino también de fenómenos climáticos como la lluvia, la nieve, la niebla, etc.

Wark, K. (2002) La insolación, o cantidad real de energía solar recibida por un área unitaria de superficie, es una función compleja de la posición, la estación, la hora del día y de la composición de la atmósfera sobre la superficie en estudio. Por ejemplo, el aumento en la emisión de partículas a la atmósfera, tiende a bloquear el paso de la radiación solar hacia la superficie de la tierra, originando una disminución de la insolación.

Parker (2001). La dispersión de los agentes contaminantes es controlada también, por las fluctuaciones de la velocidad y dirección del viento. Otros factores, tales como, la estabilidad de la temperatura atmosférica, las características topográficas y la rugosidad de la superficie, son factores que repercuten mucho en el grado de dilución de los contaminantes, por el viento.

Parker, A. (2001) El flujo de aire sobre la superficie de la tierra, se debe a gradientes de sistemas de presión a gran escala. Asimismo, la velocidad y dirección del viento en cualquier punto están determinadas por la posición, movimiento de estos sistemas.

Existen otros factores locales importantes, como la presencia de mar o tierra, montañas o grandes urbanizaciones que influyen en los detalles del movimiento del aire.

(OPS). (2005) La humedad y la precipitación, pueden favorecer la aparición de contaminantes secundarios peligrosos, tales como las sustancias responsables de la lluvia ácida. Además, pueden tener un efecto beneficioso, puesto que ejerce un efecto de lavado de las partículas contaminantes del aire provenientes de las actividades como la construcción y algunos procesos industriales.

2.2.7 Botaderos a Cielo Abierto

MPPA. (2007) Se llama Botadero a Cielo Abierto, al sitio donde los residuos sólidos se depositan en forma indiscriminada sin tratamiento sanitario ni ambiental y menos control técnico. Los botaderos a cielo abierto, son causa y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. Entre ellos, se observa la presencia de perros, roedores, gatos, moscas y otros animales que representan un peligro para la salud y seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones inhumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores.

Un ejemplo de un botadero a cielo abierto se muestra en la figura 02.

Figura 02: Botadero a Cielo Abierto



Fuente: <https://www.transparenciaactiva.gob.sv/multaran-a-alcaldia-por-abrir-botadero-a-cielo-abierto>

2.2.8 Rellenos Sanitarios

Un Relleno Sanitario, según la guía para el diseño, construcción y operación de los rellenos sanitarios manuales, es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para

reducir su volumen. Además prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición orgánica.

Según la misma guía, en la actualidad, el Relleno Sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por su puesto, en su óptima operación y control. En la figura 03 se muestra un proyecto de Relleno Sanitario.

Figura 03: Proyecto de un Relleno Sanitario.



Fuente:<http://www.roriente.org/2017/12/27/proyecto-de-relleno-sanitario-estara-listo-para-el-proximo-gobierno-municipal/>

Tchobanoglous, G; Theisen, H; Vigil, S. (1994) La generación de gases y lixiviados son consecuencias inevitables del manejo de residuos sólidos en rellenos sanitarios. Al

disponer los residuos sólidos en el relleno sanitario, se forman espacios vacíos entre ellos y son ocupados por el oxígeno, que inicia la descomposición aeróbica de la materia orgánica biodegradable. En esta etapa se forman dióxido de carbono, agua y otros subproductos y cuando el oxígeno se consume, se inicia la fase anaeróbica de descomposición de la materia orgánica y la correspondiente formación de gases. La generación de gas, en un sistema anaeróbico, depende de diversas variables que incluyen las características de los residuos, humedad, temperatura, pH, disponibilidad de nutrientes y microbios en presencia de inhibidores.

INE. (2005) La producción de lixiviados tiene su origen en la humedad que traen consigo los residuos y en el agua que ingresa al relleno a través de las lluvias y entra en contacto con los residuos sólidos, los cuales, posteriormente pueden dispersarse en el medio ambiente circundante como aguas superficiales, aguas subterráneas y aire. Los lixiviados, son líquidos que se filtran a través del relleno sanitario extrayendo material disuelto o en suspensión.

Tchobanoglous, G; Theisen, H; Vigil, S. (1994) Los gases emitidos a la atmósfera desde un relleno sanitario se dividen en:

a. Gases principales. Producidos en grandes cantidades como una consecuencia de la descomposición orgánica.

b. Oligogases. Llegan al relleno sanitario con los residuos sólidos a depositar o se producen mediante reacciones químicas.

También se producen gases como el metano (CH_4), el cual tiene características de combustión en concentraciones que fluctúan entre 5-15%, especialmente cuando migra del lugar y se mezcla con el aire.

En el cuadro 01 se da un listado de los gases principales típicos de un Relleno Sanitario y su composición porcentual.

Cuadro 01: Composición de los Gases en un Relleno Sanitario

| Compuesto gaseoso | Porcentaje en volumen (base seca) |
|---|-----------------------------------|
| Metano (CH ₄) | 45 – 60 |
| Dióxido de carbono (CO ₂) | 40 – 60 |
| Nitrógeno (N ₂) | 2 – 5 |
| Oxígeno (O ₂) | 0,1 - 1,0 |
| Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S). Bisulfuros | 0,0 - 1,0 |
| Amoniaco (NH ₃) | 0,1 - 1,0 |
| Hidrógeno (H ₂) | 0,0 - 0,2 |
| Monóxido de carbono (CO) | 0,0 - 0,2 |
| Constituyentes cantidades traza | 0,01 - 0,6 |

Fuente: Tchobanoglous, G. Theisen, H. Vigil, S.

La Grega, M; Buckingham, P; Evans, J. (1996) En Europa realizaron otro estudio sobre el mismo tema, donde se identificaron 154 compuestos, muchos de los gases identificados se clasificaron como Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), con concentraciones significativas en los rellenos mixtos más antiguos (usados para disposición de residuos industriales, comerciales y domésticos).

La Grega, M; Buckingham, P; Evans, J. (1996) Según estudios realizados a la fecha, los gases emitidos por los rellenos sanitarios pueden contener hasta 150 componentes a nivel de trazas, los cuales, afectan la atmósfera local a través de olores molestos, formación de ozono troposférico (oxidante fotoquímico) y a nivel global contribuyen al efecto invernadero y al adelgazamiento de la capa de ozono.

En el cuadro 02 se muestran las concentraciones de los oligogases expresadas en partes por billón (ppb).

Cuadro 02: Concentración típica de Oligogases en cantidades trazas en Rellenos Sanitarios de Residuos Sólidos Urbanos de California

| Compuesto | Concentración (ppb) | | |
|-------------------------|---------------------|--------|---------|
| | Mediana | Media | máxima |
| Acetona | 0 | 6,838 | 240,000 |
| Benceno | 932 | 2,057 | 39,000 |
| Clorobenceno | 0 | 82 | 1,640 |
| 1,1 Dicloroetano | 0 | 2,901 | 36,000 |
| Diclorometano | 1,150 | 25,694 | 620,000 |
| 1,1 Dicloroetano | 0 | 130 | 4,000 |
| Clorodietileno | 0 | 2,835 | 20,000 |
| Trans 1,2 Dicloroetano | 0 | 36 | 850 |
| Dicloroetileno | 0 | 59 | 2,100 |
| Etilbenceno | 0 | 7,334 | 87,500 |
| Metil-etil-cetona | 0 | 3,092 | 130,000 |
| 1,1,1 Tricloroetano | 0 | 615 | 14,500 |
| Tricloroetileno | 0 | 2,079 | 32,000 |
| Tolueno | 8,125 | 34,907 | 280,000 |
| 1,1,2,2 Tetracloroetano | 0 | 246 | 16,000 |
| Tetracloroetileno | 260 | 5,244 | 180,000 |
| Cloruro de vinilo | 1,150 | 3,508 | 32,000 |
| Estirenos | 0 | 1,517 | 87,000 |
| Acetato de vinilo | 0 | 5,663 | 240,000 |
| Cloroformo | 0 | 245 | 12,000 |
| Xileno | 0 | 2,651 | 38,000 |

Fuente: Tchobanoglous, G. Theisen, H. Vigil, S.

EPA. (1999) Estudios realizados por esta entidad, encontraron que los rellenos sanitarios se ubican como la 26^a fuente de emisión de compuestos peligrosos al aire, siendo los principales los Compuestos Orgánicos no Metanogénicos (NMOC), que bajo la forma de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), representan el 85% de éstos, en rellenos mixtos. Otros compuestos de igual importancia son el Metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂), generados en el relleno sanitario durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica.

Ballester, D; Tenías, J; Pérez, H. (1999) Otro de los gases emitidos por el relleno sanitario es el sulfuro de hidrógeno, cuyo principal efecto es la generación de olores

desagradables. Este compuesto, al entrar en la atmósfera reacciona y produce entre otros el Dióxido de Azufre (SO₂) que puede ocasionar efectos adversos en la salud, como obstrucción severa de las vías respiratorias, hiperreactividad bronquial, conjuntivitis, irritación de las mucosas, incremento en el ritmo cardiaco y exacerbaciones de enfermedades cardiovasculares.

2.2.9. La Contaminación del aire en el entorno de los Rellenos Sanitarios

Kiss, G; Encarnación, G. (2006) El biogás generado en los rellenos sanitarios tiene una composición del 50% en metano mientras que el resto lo compone el dióxido de carbono, también suele existir trazas de otros gases como sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, algunos compuestos orgánicos volátiles, entre otros; los cuales, son las principales causantes de malos olores en los rellenos sanitarios.

Girón, S; Mateus, J; Méndez, F. (2009) Los efectos contaminantes a causa de las emisiones de los rellenos sanitarios son la contaminación de las aguas subterráneas, el suelo y el aire. Para el caso de la contaminación del aire, se ha evidenciado que la contaminación por agentes emitidos a partir de los rellenos sanitarios, generan problemas a la salud de las comunidades asentadas en sus alrededores, implicando consecuencias negativas sobre la salud, con presencia de uno o más de los siguientes síntomas respiratorios: tos, rinorrea, dolor de garganta, fiebre, edema ocular, prurito en garganta y oídos, dolor de cabeza y oídos, estornudos y dificultad para respirar, etc.

Vrijheid, M. (2000). En la literatura epidemiológica se han reportado los efectos causados a la salud humana relacionados con las poblaciones asentadas en los

alrededores de los rellenos sanitarios, los autores señalan que existen riesgos adversos como: bajo peso de los niños al nacer, defectos de nacimiento y algunos tipos de cáncer. Otros síntomas encontrados en las encuestas de salud fueron: somnolencia, estrés psicológico y problemas gastrointestinales.

Palmer, S; *et al.* (2005) Un efecto específico es el aumento del número de anomalías congénitas a causa de dichas emisiones, lo que fue demostrado en un estudio realizado antes y después de la apertura de un vertedero en las cercanías de las comunidades, y adicionalmente, se evaluaron a los residentes que viven cerca de 24 vertederos en Gales.

2.2.10 Situación Actual de los Rellenos Sanitarios en el Perú

Noguera, K; Oliveros, J. (2010) En América Latina, el manejo y disposición final de los residuos sólidos son un problema crítico en las áreas urbanas. En el caso de los países europeos, su meta a futuro es no utilizar rellenos sanitarios, por lo que han adoptado regulaciones para reducir la cantidad de residuos que ingresan a los rellenos, elevando el consumo de productos que al término de su vida útil puedan ser reutilizados o reciclables.

Collazos, H. (2009) Sin embargo, para los países latinoamericanos donde los recursos son limitados, y construir una cultura de reciclaje toma tiempo, los rellenos sanitarios constituyen una opción segura a mediano y corto plazo, y además económica.

Contraloría General de la República. (2013) Nota de Prensa N° 128-2013-CG/COM. Sobre la gestión de los residuos sólidos de los gobiernos locales, elaborado en el año

2012, advirtió que solo existen 09 rellenos sanitarios autorizados a nivel nacional para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Actualmente, este tipo de infraestructura se ha elevado a 10 pero sigue siendo insuficiente para tratar los más de 5,8 millones de toneladas de residuos sólidos que se generan anualmente en nuestro país en las zonas urbanas.

Lima, Ancash, Junín, Loreto y Cajamarca son los únicos departamentos que cuentan con este tipo de infraestructura que permite reducir o eliminar el potencial peligro que representan los residuos sólidos para la salud pública. Según DIGESA del Ministerio de SALUD en diciembre del 2010, se han identificado 30 botaderos no autorizados en todo el país. La mayoría de ellos se encuentra en Piura, Lima, Callao, Ayacucho y Ucayali. En el cuadro 03 mostramos los Rellenos Sanitarios autorizados a nivel Nacional.

Cuadro 03: Rellenos Sanitarios autorizados a Nivel Nacional

| Nombre de los Rellenos Sanitarios | Ubicación |
|--|-----------|
| Relleno Sanitario el Zapallal | Lima |
| Relleno Sanitario Portillo Grande | Lima |
| Relleno Sanitario Huaycoloro | Lima |
| Relleno Sanitario de la Municipalidad Provincial de Carhuaz | Ancash |
| Planta de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de la Municipalidad Distrital de Independencia | Ancash |
| Relleno Sanitario Manual Santa Cruz de la Municipalidad Provincial de Concepción | Junín |
| Relleno Sanitario de Pampaya de la Municipalidad Provincial de Tarma | Junín |
| Relleno Sanitario el Treinta | Loreto |
| Recuperación, Tratamiento y Disposición Final de la Municipalidad Provincial de Cajamarca | Cajamarca |

Fuente: DIGESA

2.2.11 Situación Actual del Relleno Sanitario Pongor

Relleno Sanitario “Pongor”, cuyo almacén está instalado en la vía Huaraz- Casma a una altitud de 3143 m.s.n.m a 3,5 kilómetros de distancia, es un lugar de Disposición Final de Residuos Sólidos generados por los pobladores del distrito de Independencia y, cuyo funcionamiento está autorizado por DIGESA.

La Revista de la Gerencia de Educación Salud y Medio Ambiente (GESMA). (2014) Informa que el distrito de Independencia genera un total de 42,54 ton/día de residuos sólidos municipales, cuya composición es: 68% de residuo orgánico, 21% de residuos inservibles y 11% de residuos aprovechables. Esto implica, que la producción anual de residuos sólidos alcanza 15314,40 ton/año.

El Relleno Sanitario Pongor, desde un punto de vista actual, no cumple con las especificaciones técnicas de un Relleno Sanitario Moderno, puesto que no cuenta con una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, no tiene sistemas de control lo suficientemente seguros basados en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por su puesto, en su óptima operación y control. En el seno del Relleno Sanitario, se observa a muchas personas manipulando residuos sólidos de manera inapropiada, también se evidencia el deterioro del paisaje, la degradación del suelo y contaminación del aire por la presencia de malos olores.

Las figuras 04, 05, 06 y 07 muestran fotografías de las condiciones actuales del Relleno Sanitario, en el período que comprende la recolección de muestras, los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto del 2016.

Figura 04: Vista panorámica de Relleno Sanitario Pongor



Figura 05: Puerta de acceso al Relleno Sanitario Pongor



Figura 06: Invernadero del Relleno Sanitario Pongor



Figura 07: Almacén del Relleno Sanitario Pongor



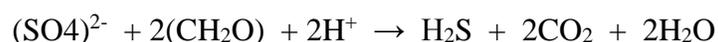
El presente Trabajo de Investigación, considera necesario realizar el análisis de las concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno, dióxido de Azufre y dióxido de Nitrógeno en las muestras de aire tomadas en tres puntos de muestreo: punto de muestreo 01 (Relleno Sanitario), punto de muestreo 02 (Cotuyoc Bajo) y punto de muestro 03 (Cochapampa).

2.2.12 Contaminación por Sulfuro de Hidrógeno

CEN. (1987) El Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) es un gas incoloro, un poco más pesado que el aire y de fétido olor semejante a un huevo en estado de putrefacción, es sumamente volátil y capaz de escapar de una solución para pasar a la atmósfera en grandes concentraciones.

Seoanez, M. (1996) Por actividad del hombre, el Sulfuro de Hidrógeno resulta de la recogida y el tratamiento de aguas residuales y, también de los botaderos de basura a cielo abierto y los rellenos sanitarios municipales por descomposición de la materia orgánica. El Sulfuro de Hidrógeno, de manera natural se produce desde los volcanes activos, la reducción biológica de Sulfatos y la descomposición de material orgánico en los pantanos.

Cuando las moléculas de los compuestos orgánicos tienen azufre en su composición en forma de iones sulfato (SO₄)²⁻, hay cierto tipo de bacterias presentes en el agua que son capaces de reducir los iones sulfato a H₂S, de la forma como lo hace el desulfobivrio. La actividad metabólica de reducción de sulfatos es como sigue.



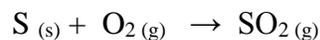
IDEAM. (2007) Más allá de su molesto olor, el Sulfuro de Hidrógeno también plantea un serio problema en los materiales metálicos puesto que corroe la integridad estructural de los mismos. Además, es sumamente tóxico y causa principal de muerte de los trabajadores que laboran en los sistemas de alcantarillado sanitario.

El límite máximo permisible de H₂S en el aire según el MINAM y la OMS es de 150 µg/m³ en 24 horas de muestreo.

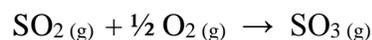
2.2.13 Contaminación por Dióxido de Azufre

García, G. (2000) El dióxido de azufre (SO₂), es un gas incoloro, no inflamable, con olor picante y sabor ácido. Es un contaminante primario que se produce en los procesos de combustión de carbón y petróleo que contienen azufre, este gas es producido también en la refinación de ciertos minerales sulfurados.

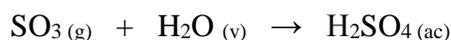
Kenneth, P; Cecil, F. (2000) El dióxido de azufre se produce por la combinación de azufre con el oxígeno durante la combustión de los hidrocarburos.



Cuando el dióxido de azufre es liberado a la atmósfera, reacciona con el oxígeno del aire produciendo anhídrido sulfúrico SO₃ o trióxido de azufre.



El SO_{3(g)} formado en la atmósfera, reacciona con el vapor de agua del aire y produce el ácido sulfúrico H₂SO_{4(ac)}, dando lugar a la lluvia ácida.



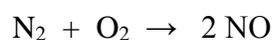
Ostro, B; Lipsset, M. (1991) Los estudios de efectos tóxicos en humanos indican que en sujetos sanos se observa disminución de la función respiratoria tras exposiciones durante 10 minutos a 11440 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se han observado alteraciones en sujetos sanos en concentraciones por debajo de 2860 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, aunque existen ocasionalmente alteraciones menores a este nivel consistente en aumento de la resistencia de las vías aéreas a la inspiración profunda.

García, G. (2000) En los ecosistemas el ácido sulfúrico, produce la acidificación de las aguas dulces, especialmente lagos, afectando muy negativamente a diversas especies, especialmente piscículas, y acidificación de suelos, causando lixiviación o arrastre de nutrientes y movilización de metales pesados, que pueden incorporarse a estas redes tróficas, así como daños importantes en la en la vegetación. Decoloración y pérdida de follaje, deterioro de corteza y muerte.

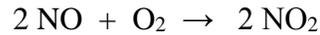
El límite máximo permisible de SO_2 en el aire según el MINAM y la OMS es de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas de muestreo.

2.2.14 Contaminación por Dióxido de Nitrógeno

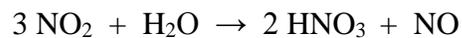
Cuesta, O; *et al.* (1996) Los óxidos de nitrógeno son emitidos a la atmósfera como resultado de la combustión de sustancias que contiene nitrógeno. Así, los explosivos, los cigarrillos y los desperdicios de la agricultura liberan óxidos de nitrógeno. Además la combustión a temperaturas elevadas de combustibles carentes de nitrógeno en presencia de aire oxida al nitrógeno de la atmósfera a óxido nítrico, según la reacción:



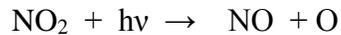
El dióxido de nitrógeno es el mayor componente de la contaminación del aire, porque proviene de los gases de escape de los motores de combustión interna. En los escapes de los vehículos se verifica la reacción siguiente:



El dióxido de nitrógeno por interacción con los vapores de agua de la atmósfera se transforma en ácido nítrico, produciendo la lluvia ácida mediante la reacción.



Por otro lado, el dióxido de nitrógeno por acción fotoquímica se disocia en óxido nítrico, mediante la reacción.



Cuesta, O; *et al.* (1996) El dióxido de nitrógeno es un agente tóxico, irritante y precursor de la formación de nitrato, afecta principalmente las vías respiratorias, puede irritar los pulmones, causar bronquitis y pulmonía, así como reducción significativa de la resistencia respiratoria a las infecciones.

El límite máximo permisible de NO_2 en el aire según el MINAM y la OMS es de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 01 hora de muestreo.

2.2.15 El Efecto Invernadero

Urbina, Javier y Martínez Julia. (2006) las bondades que tiene la existencia del efecto invernadero nos permite vivir sobre la superficie del planeta. La existencia de los gases de efecto invernadero (GEI) que están presentes en la atmósfera hace que de toda la radiación solar que impacta en el planeta solo el 60% llegue a la superficie de este y el 18% se refleje nuevamente al espacio, mientras que la restante permanece al interior

calentando la superficie terrestre. Con el calentamiento la superficie del planeta genera radiación infrarroja la que es absorbida por los GEI cuyo volumen presente en la atmósfera es determinante de la temperatura media de la superficie de la tierra.

Glynn Henry y Gary Heinke (1999) Como resultado del aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero, estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que harán aumentar la temperatura del planeta en 1°C para el 2025 y otros 3°C más para finales del siglo XXI, generando potenciales alteraciones en los ecosistemas globales.

2.2.16 Gases de Efecto Invernadero

Ciesla William. (1996) Entre los gases de efecto invernadero se incluyen las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono (CO₂), emitido por el consumo de combustibles fósiles para genera energía (carbón, petróleo y sus derivados, y gas natural). El metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), son emitidos por actividades agrícolas (aplicación de fertilizantes y cultivos de arroz bajo riego), cambios en el uso de tierra, rellenos sanitarios y aguas residuales; los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), clorofluorocarbonos (CFC), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), son emitidos en gran parte por el sector transporte. De todos los mencionados, en metano (CH₄) es uno de los compuestos más contaminantes asociado con el efecto invernadero puesto que representa cerca del 18% de los gases de efecto invernadero.

2.3. Definición de Términos

Contaminación antropogénica. Contaminación producida por las actividades que desarrolla el hombre.

Contaminación litogénica. Contaminación del aire de manera natural, es decir, sin intervención del hombre.

Partes por millón ppm. Es la unidad de medida con la que se evalúa la concentración. Se refiere a la cantidad de unidades de la sustancia que hay por cada millón de unidades del conjunto.

Inmisión. Es la concentración de contaminantes a nivel del suelo.

Sustrato. Especie química que se considera como objeto de la acción de uno o más reactivos. Por ejemplo, una sustancia transformada por la acción de un catalizador.

III. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron diferentes instrumentos, equipos e insumos encaminados a la obtención de la información requerida para dar respuesta a los objetivos planteados y se desarrolló bajo un esquema metodológico experimental orientado a garantizar la calidad de los datos recopilados a través de las mediciones, lo cual se traduce en la validez y confiabilidad de los resultados, lo que en consecuencia le da solidez a los juicios emitidos.

3.1. Tipo y diseño de la Investigación.

Dada la esencia de la situación objeto de estudio, la investigación tiene las siguientes características:

- a. Investigación de campo: la información fue recabada a partir de ensayos que se realizaron en el escenario donde ocurrieron los hechos, es decir, información in situs (Relleno Sanitario Pongor).

- b. Investigación experimental: se condujo un ensayo o experimento considerando la uniformidad en la conducción física, esto es, que todas las unidades experimentales fueron tratadas en forma similar.

c. Investigación exploratoria: se espera develar en tres puntos de muestreo los niveles de contaminación ambiental asociados a la emisión de gases tóxicos provenientes del Relleno Sanitario Pongor.

3.2. Plan de recolección de la información.

Se diseñó un experimento en bloques completos al azar con el propósito de evaluar el efecto de los tratamientos (puntos de muestreo) controlando el factor mes a través de los bloques. Dada la variabilidad altitudinal de la zona en estudio que oscila entre 3000 y 3500 msnm, se seleccionaron tres (03) puntos de muestreo, ubicados a 3500, 3088 y 3123 msnm, respectivamente, a objeto de que dichos puntos sean representativos de la zona. Debido a que el desarrollo del experimento ocurre entre los meses de abril hasta agosto del año 2016, se decidió asumir como bloques los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto, lo que busca garantizar que en cada mes las mediciones sean homogéneas y así su variabilidad sea mínima.

Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA):

Tratamientos:

Punto. 01: 3500 msnm.

Punto. 02: 3088 msnm.

Punto. 03: 3123 msnm

Bloques:

Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto.

Los planos de campo que sirven como guía de la presente investigación se muestran a continuación:

Plano N°01: Muestreo correspondiente al mes de Abril 2016

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Punto. 02 | Punto. 03 | Punto. 01 | MES ABRIL |
|-----------|-----------|-----------|------------------|

Plano N°02: Muestreo correspondiente al mes de Mayo 2016

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| Punto. 03 | Punto. 01 | Punto. 02 | MES MAYO |
|-----------|-----------|-----------|-----------------|

Plano N°03: Muestreo correspondiente al mes de Junio 2016

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Punto. 02 | Punto. 01 | Punto. 03 | MES JUNIO |
|-----------|-----------|-----------|------------------|

Plano N°04: Muestreo correspondiente al mes de Julio 2016

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Punto. 01 | Punto. 03 | Punto. 02 | MES JULIO |
|-----------|-----------|-----------|------------------|

Plano N°05: Muestreo correspondiente al mes de Agosto 2016

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Punto. 02 | Punto. 01 | Punto. 03 | MES AGOSTO |
|-----------|-----------|-----------|-------------------|

3.3. Instrumentos de Recolección de Información

Las variables consideradas en la presente investigación, como los pisos altitudinales y los parámetros climatológicos, fueron medidas empleando estaciones meteorológicas portátiles de última generación.

Las variables correspondientes a las emisiones de gases tóxicos en estudio, tales como, H₂S, SO₂ y NO₂ fueron medidas mediante instrumentos físicos diseñados y fabricados para tal fin, que requieren la calibración respectiva para garantizar la confiabilidad de los resultados.

3.4. Plan de Procesamiento y Análisis Estadístico de la Información.

Está integrado por las siguientes fases:

- a. Construcción de la matriz de información.
- b. Edición de los datos.
- c. Escogencia de la prueba estadística.
- d. Verificación de supuestos básicos: Normalidad, Homogeneidad, Aditividad e Independencia.
- e. Aplicación de la Prueba F (Análisis de Varianza).
- f. Edición de los resultados.
- g. Análisis e interpretación de los resultados.
- h. Discusión de los resultados a la luz de la incertidumbre.

Es conveniente señalar que los datos fueron procesados usando el paquete estadístico MINITAB V.15.

IV. RESULTADOS

4.1 Niveles de concentración de Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno determinados en el laboratorio

En los cuadros que mostramos a continuación, se registran los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM, las concentraciones de cada uno de los gases se expresan en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Relleno Sanitario (punto de muestreo 01), Cotuyoc bajo (punto de muestreo 02) y Cochapampa bajo (punto de muestreo 03).

a. Mes de Abril

Fecha de muestreo: 30-04 al 01-05 del 2016

Cuadro N° 04: Concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂

| Parámetro | Unidad de medida | Tiempo de muestreo en horas | Punto de muestreo 01 | punto de muestreo 02 | Punto de muestreo 03 |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| H ₂ S | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 | 18,40 | 10,90 | 10,48 |
| SO ₂ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 24 | 5,26 | 4,93 | 4,45 |
| NO ₂ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 01 | 14,77 | 12,67 | 12,40 |

b. Mes de Mayo

Fecha de muestreo: 21-05 al 22-05 del 2016

Cuadro N° 05: Concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂

| Parámetro | Unidad de medida | Tiempo de exposición en horas | Punto de muestreo 01 | Punto de muestreo 02 | Punto de muestreo 03 |
|------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| H ₂ S | µg/m ³ | 24 | 16,53 | 11,65 | 11,23 |
| SO ₂ | µg/m ³ | 24 | 4,72 | 3,88 | 3,92 |
| NO ₂ | µg/m ³ | 01 | 12,80 | 11,36 | 10,83 |

c. Mes de Junio

Fecha de muestreo: 25-06 al 26-06 del 2016

Cuadro N° 06: Concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂

| Parámetro | Unidad de medida | Tiempo de exposición en horas | Punto de muestreo 01 | Punto de muestreo 02 | Punto de muestreo 03 |
|------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| H ₂ S | µg/m ³ | 24 | 14,08 | 12,36 | 12,73 |
| SO ₂ | µg/m ³ | 24 | 4,95 | 4,84 | 4,68 |
| NO ₂ | µg/m ³ | 01 | 13,63 | 11,49 | 11,62 |

d. Mes de Julio

Fecha de muestreo: 23-07 al 24-07 del 2016

Cuadro N° 07: Concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂

| Parámetro | Unidad de medida | Tiempo de exposición en horas | Punto de muestreo 01 | Punto de muestreo 02 | Punto de muestreo 03 |
|------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| H ₂ S | µg/m ³ | 24 | 13,74 | 13,27 | 13,31 |
| SO ₂ | µg/m ³ | 24 | 4,21 | 4,08 | 4,11 |
| NO ₂ | µg/m ³ | 01 | 12,09 | 11,33 | 11,04 |

e. Mes de Agosto

Fecha de muestreo: 20-08 al 21-08 del 2016

Cuadro N° 08: Concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂

| Parámetro | Unidad de medida | Tiempo de exposición en horas | Punto de muestreo 01 | Punto de muestreo 02 | Punto de muestreo 03 |
|------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| H ₂ S | µg/m ³ | 24 | 14,43 | 10,35 | 9,67 |
| SO ₂ | µg/m ³ | 24 | 3,94 | 3,36 | 3,40 |
| NO ₂ | µg/m ³ | 01 | 9,60 | 8,84 | 7,01 |

4.2 Comparación de concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno con los límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

a. Mes de Abril

Punto de muestreo 01: Relleno Sanitario Pongor, altitud 3500 msnm

Cuadro N° 09: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas emitidas del relleno sanitario con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración µg /m ³ | LMP MINAM µg /m ³ | LMP OMS µg /m ³ |
|------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| H ₂ S | 24 | 18,40 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 5,26 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 14,7 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 09 observamos que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ provenientes del relleno sanitario son menores que los correspondientes a los límites

máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización mundial de la Salud.

Punto de muestreo N° 02: Cotuyoc bajo, altitud 3088 msnm

Cuadro N° 10: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g} / \text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 10,90 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,93 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 12,67 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 10 se observa que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cotuyoc bajo están por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

Punto de muestreo N° 03: Cochapampa bajo, altitud 3123 msnm

Cuadro N° 11: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g} / \text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 10,48 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,45 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 12,40 | 200 | 200 |

El cuadro N° 11 muestra que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cochapampa bajo son inferiores a los establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

b. Mes de Mayo

Punto de muestreo 01: Relleno Sanitario Pongor, altitud 3500 msnm

Cuadro N° 12: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas emitidas del relleno sanitario con los

Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g} / \text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 16,53 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,72 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 12,80 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 12 observamos que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ provenientes del Relleno Sanitario son menores que los correspondientes a los límites Máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización mundial de la Salud.

Punto de muestreo N° 02: Cotuyoc bajo, altitud 3088 msnm

Cuadro N° 13: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g} / \text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 11,65 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 3,88 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 11,36 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 13 se observa que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cotuyoc bajo están por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

Punto de muestreo N° 03: Cochapampa bajo, altitud 3123 msnm

Cuadro N° 14: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 11,23 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 3,92 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 10,83 | 200 | 200 |

El cuadro N° 14 muestra que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cochapampa bajo son inferiores a los establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

c. Mes de Junio

Punto de muestreo 01: Relleno Sanitario Pongor altitud 3500 msnm

Cuadro N° 15: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas emitidas del relleno sanitario con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 14,08 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,95 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 13,63 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 15 observamos que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ provenientes del Relleno Sanitario son menores que los correspondientes a los límites máximo permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización mundial de la Salud

Punto de muestreo N° 02: Cotuyoc bajo altitud 3088 msnm

Cuadro N° 16: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 12,36 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,84 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 11,49 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 16 se observa que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cotuyoc bajo, están por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

Punto de muestreo N° 03: Cohapampa bajo, altitud 3123 msnm

Cuadro N° 17: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 12,73 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,68 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 11,62 | 200 | 200 |

El cuadro N° 17 muestra que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cochapampa bajo, son inferiores a los establecidos por el MINAM y la OMS.

d. Mes de Julio

Punto de muestreo 01: Relleno Sanitario Pongor, altitud 3500 msnm

Cuadro N° 18: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas emitidas del relleno sanitario con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 13,74 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,21 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 12,09 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 18 observamos que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ provenientes del Relleno Sanitario son menores que los correspondientes a los límites máximo permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud

Punto de muestreo N° 02: Cotuyoc bajo, altitud 3088 msnm

Cuadro N° 19: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------|-------------------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 13,27 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,08 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 11,33 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 19 se observa que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cotuyoc bajo están por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM y la OMS.

Punto de muestreo N° 03: Cochapampa bajo, altitud 3123 msnm

Cuadro N° 20: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g} / \text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 13,31 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 4,11 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 11,04 | 200 | 200 |

El cuadro N° 20 muestra que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cochapampa bajo son inferiores a los establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

d. Mes de Agosto

Punto de muestreo 01: Relleno Sanitario Pongor, altitud 3500 msnm

Cuadro N° 21: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas emitidas del relleno sanitario con los Límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g} / \text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g} / \text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 14,43 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 3,94 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 9,60 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 21, las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ provenientes del Relleno Sanitario son menores a los límites máximo permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

Punto de muestreo N° 02: Cotuyoc bajo, altitud 3088 msnm

Cuadro N° 22: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cotuyoc bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 10,35 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 3,36 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 8,84 | 200 | 200 |

En el cuadro N° 22 se observa que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cotuyoc bajo están por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud.

Punto de muestreo N° 03: Cochapampa bajo, altitud 3123 msnm

Cuadro N° 23: Cuadro comparativo de concentraciones gaseosas dispersadas en Cochapampa bajo con los límites máximos permisibles del MINAM y la OMS

| Parámetro | Tiempo de exposición en horas | Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP MINAM $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | LMP OMS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| H ₂ S | 24 | 9,67 | 150 | 150 |
| SO ₂ | 24 | 3,40 | 20 | 20 |
| NO ₂ | 01 | 7,01 | 200 | 200 |

El cuadro N° 23 muestra que las concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ en Cochapampa bajo son inferiores a los establecidos por el MINAM y la OMS.

4.3 Análisis Estadístico de los niveles de concentración Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno

El análisis Estadístico, corresponde a la prueba de supuestos básicos y análisis de varianza para cada uno de los gases de la investigación.

Cuadro N° 24: Prueba de Supuestos Básicos para H₂S

| Supuesto | Prueba Estadística | | | Conclusión |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------|-------------------|
| | Nombre | Valor de Estadístico | Probabilidad | |
| Normalidad | Wilk-Shapiro | 0.948 ns | 0.1828 | Hay normalidad |
| Homogeneidad | Bartlett's | 1.770 ns | 0.4120 | Hay homogeneidad |
| Aditividad | Tukey's | 0.350 ns | 0.5880 | Hay aditividad |
| Independencia | Rachas | 13.00 ns | 1.0000 | Hay independencia |

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo

Cuadro N° 25: Análisis de Varianza para H₂S

| Fuente de Variación | Valor de F | Probabilidad | Conclusión |
|-----------------------|------------|--------------|--------------------------|
| Bloques "meses" | 0.02 ns | 0.9987 | No hay efecto de bloques |
| Tratamientos "puntos" | 3.92 ns | 0.0816 | Igual |

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo

Cuadro N° 26: Prueba de Supuestos Básicos para SO₂

| Supuesto | Prueba Estadística | | | Conclusión |
|---------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| | Nombre | Valor Estadístico | Probabilidad | |
| Normalidad | Wilk-Shapiro | 0.9374 ns | 0.4652 | Hay normalidad |
| Homogeneidad | Bartlett's | 0.63 ns | 0.7291 | Hay homogeneidad |
| Aditividad | Tukey's | 0.12 ns | 0.7428 | Hay aditividad |
| Independencia | Rachas | 4.5650 ns | 0.7835 | Hay independencia |

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo

Cuadro N° 27: Análisis de Varianza para SO₂

| Fuente de Variación | Valor de F | Probabilidad | Conclusión |
|-----------------------|------------|--------------|-----------------------|
| Bloques “meses” | 7.32 ** | 0.0324 | Hay efecto de bloques |
| Tratamientos “puntos” | 3.18 ns | 0.1145 | Igual |

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo

Cuadro N° 28: Prueba de Supuestos Básicos para NO₂

| Supuesto | Prueba Estadística | | | Conclusión |
|---------------|--------------------|-----------------------|--------------|-------------------|
| | Nombre | Valor del Estadístico | Probabilidad | |
| Normalidad | Wilk-Shapiro | 0.9100 ns | 0.2134 | Hay normalidad |
| Homogeneidad | Bartlett’s | 2.80 ns | 0.2466 | Hay homogeneidad |
| Aditividad | Tukey’s | 3.44 ns | 0.1227 | Hay aditividad |
| Independencia | Rachas | 111.855 ns | 0.3560 | Hay independencia |

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo

Cuadro N° 29: Análisis de Varianza para NO₂

| Fuente de Variación | Valor de F | Probabilidad | Conclusión |
|-----------------------|------------|--------------|--------------------------|
| Bloques “meses” | 21.6339 ** | 0.0000 | No hay efecto de bloques |
| Tratamientos “puntos” | 3.44 ns | 0.10909 | Igual |

ns: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo

4.4 Ubicación de los puntos de muestreo

En las figuras 08, 09 y 10 mostramos las ubicaciones de los puntos de muestreo:

Punto de muestreo 01 ubicado en el Relleno Sanitario a una altitud de 3500 msnm,

punto de muestreo 02 ubicado en Cotuyoc bajo a una altitud de 3088 msnm y el

Punto de muestreo 03 ubicado en Cochapampa bajo a una altitud de 3123 msnm.

Figura 08: Punto de muestreo 01, altitud 3500 msnm (Relleno Sanitario)



Figura 09: Punto de muestreo 02, altitud 3088 msnm (Cotuyoc bajo)



Figura 10: Punto de muestreo 03, altitud 3123 msnm (Cochapampa bajo)



4.5 Medición de las Variables Meteorológicas

Las Variables Meteorológicas como: Temperatura, Humedad Relativa, Radiación Solar, Velocidad y Dirección del Viento, se estudian a la luz de su contribución a que estos gases tóxicos favorezcan marcadamente al proceso de la contaminación ambiental. Las mediciones se hicieron en el Relleno Sanitario y el Local Central de la UNASAM; en los cuadros y gráficos siguientes, se muestran los resultados obtenidos.

4.5.1 Medición mes de Abril

En los cuadros y gráficos siguientes se muestran los resultados obtenidos.

a. Estación Meteorológica Pongor

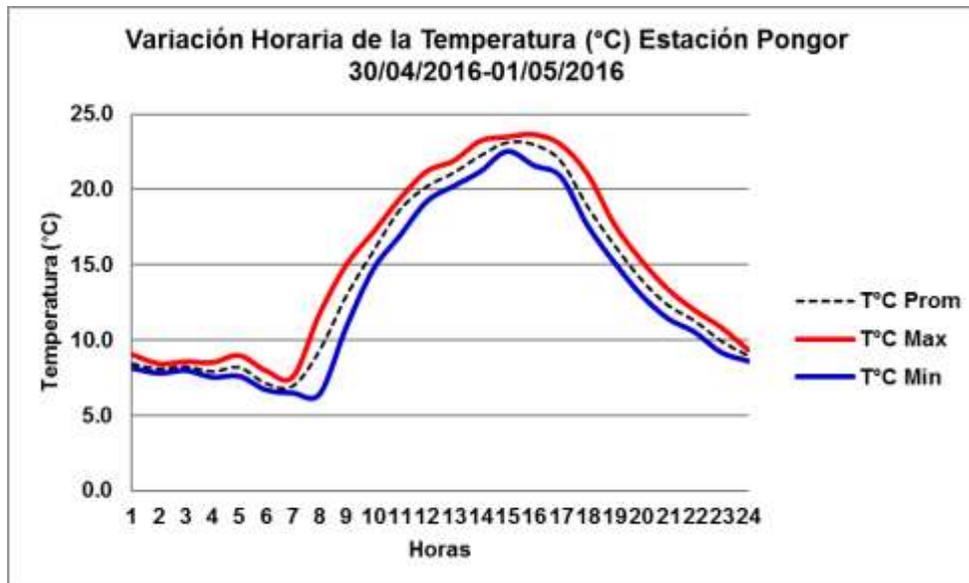
Cuadro N° 30: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 8,4 | 9,0 | 8,1 | 13 | 21,1 | 21,9 | 20,3 |
| 2 | 8,1 | 8,4 | 7,8 | 14 | 22,2 | 23,2 | 21,2 |
| 3 | 8,3 | 8,5 | 8,0 | 15 | 23,1 | 23,5 | 22,6 |
| 4 | 7,9 | 8,5 | 7,5 | 16 | 23,0 | 23,6 | 21,6 |
| 5 | 8,2 | 9,0 | 7,6 | 17 | 21,9 | 23,0 | 20,9 |
| 6 | 7,1 | 7,9 | 6,7 | 18 | 18,9 | 21,0 | 17,6 |
| 7 | 7,0 | 7,5 | 6,5 | 19 | 16,3 | 17,7 | 15,2 |
| 8 | 9,3 | 11,7 | 6,4 | 20 | 14,0 | 15,3 | 13,0 |
| 9 | 13,0 | 15,0 | 10,9 | 21 | 12,3 | 13,4 | 11,4 |
| 10 | 15,9 | 17,1 | 14,7 | 22 | 11,3 | 12,0 | 10,5 |
| 11 | 18,7 | 19,4 | 17,0 | 23 | 9,9 | 10,8 | 9,2 |
| 12 | 20,2 | 21,2 | 19,2 | 24 | 9,0 | 9,3 | 8,6 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 14,0 | 14,9 | 13,0 |

Fuente: CIAD

Gráfico N°01: Variación horaria de la temperatura (T) en °C



Fuente: CIAD

La variación horaria de la Temperatura promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 30 y gráfico N° 01.

La temperatura máxima de 23,6°C tiene lugar a las 16,00 horas y la mínima de 6,4°C a las 08,00 horas. El promedio del promedio de temperaturas es 14,0°C, el promedio de temperaturas máximas 14,9°C y el promedio de temperaturas mínimas 13,0°C. La temperatura máxima a esta hora se debe al efecto invernadero normal que tiene lugar en la atmósfera y la mínima a un intercambio de energía entre la tierra y la atmósfera. El aumento de la temperatura influye en la formación de contaminantes secundarios por reacción de agentes contaminantes primarios presentes en la atmósfera y, acelera los procesos de descomposición de la materia orgánica en los Rellenos Sanitarios.

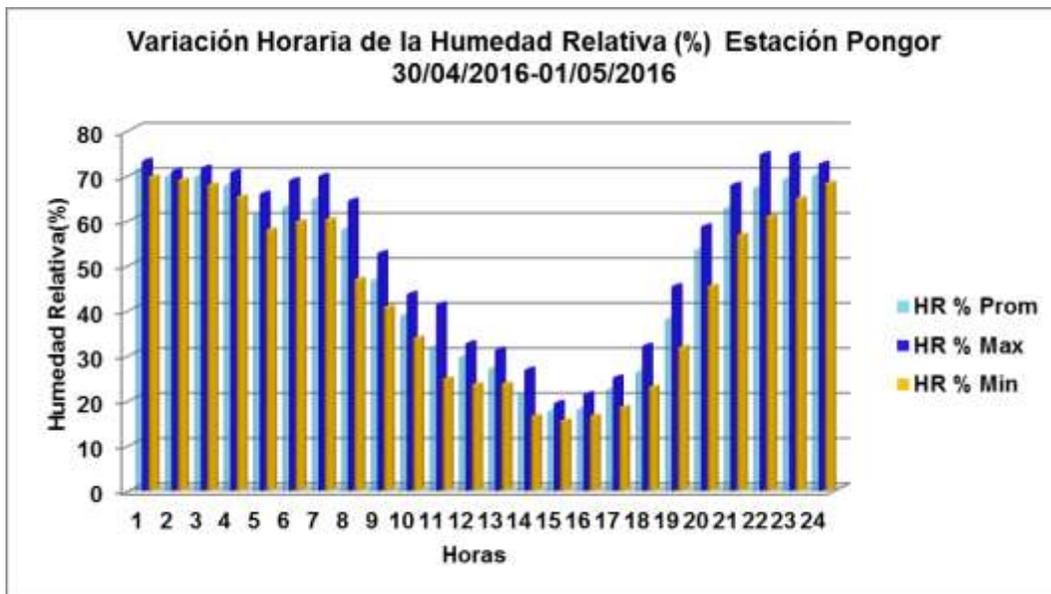
Cuadro N° 31: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-----------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 71 | 73 | 69 | 13 | 27 | 31 | 23 |
| 2 | 70 | 71 | 69 | 14 | 21 | 27 | 16 |
| 3 | 70 | 72 | 68 | 15 | 17 | 19 | 15 |
| 4 | 68 | 71 | 65 | 16 | 18 | 21 | 16 |
| 5 | 61 | 66 | 58 | 17 | 22 | 25 | 18 |
| 6 | 63 | 69 | 58 | 18 | 26 | 32 | 23 |
| 7 | 65 | 70 | 60 | 19 | 38 | 45 | 32 |
| 8 | 58 | 64 | 47 | 20 | 53 | 58 | 45 |
| 9 | 47 | 53 | 41 | 21 | 63 | 68 | 56 |
| 10 | 39 | 43 | 34 | 22 | 67 | 75 | 61 |
| 11 | 32 | 41 | 25 | 23 | 69 | 74 | 65 |
| 12 | 30 | 33 | 23 | 24 | 70 | 72 | 68 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 48 | 53 | 44 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 02: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %
 Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016



Fuente: CIAD

La variación horaria de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se ve en el cuadro N° 31 y gráfico N° 02. La humedad relativa máxima de 75% se produce a las 22,00 horas y la mínima de 15% a las 15,00 horas.

En la sierra, la humedad relativa es máxima cuando disminuye la temperatura del aire, condición bajo el cual, la densidad del vapor de agua en el aire aumenta; la humedad relativa es mínima cuando aumenta la temperatura del aire, entonces, la densidad del vapor de agua en el aire disminuye. La densidad varía inversamente con la temperatura.

El promedio del promedio de las humedades relativas del día es 48%, el promedio de humedades relativas máximas 53% y el promedio de la HR mínimas 44%.

La humedad relativa, promueve disminución de los contaminantes del aire por lavado atmosférico a través de la lluvia.

Cuadro N° 32: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

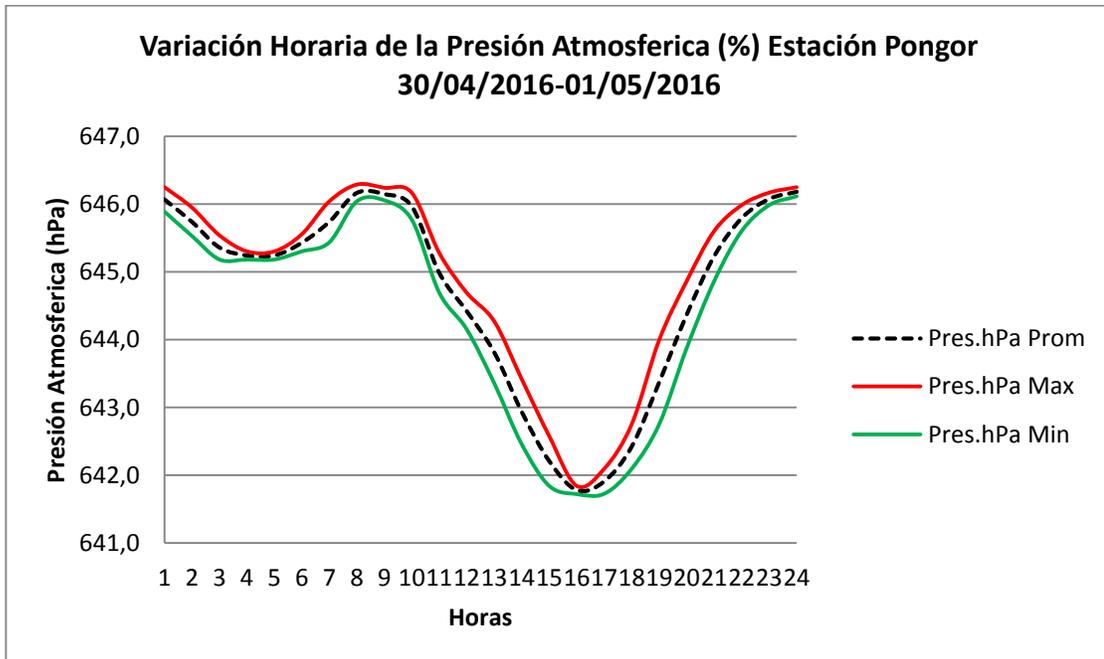
Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 646,1 | 646,3 | 645,9 | 13 | 643,8 | 644,3 | 643,4 |
| 2 | 645,7 | 646,0 | 645,5 | 14 | 642,9 | 643,4 | 642,5 |
| 3 | 645,4 | 645,5 | 645,2 | 15 | 642,2 | 642,6 | 641,8 |
| 4 | 645,2 | 645,3 | 645,2 | 16 | 641,8 | 641,8 | 641,7 |
| 5 | 645,2 | 645,3 | 645,2 | 17 | 641,9 | 642,1 | 641,7 |
| 6 | 645,4 | 645,6 | 645,3 | 18 | 642,4 | 642,8 | 642,1 |
| 7 | 645,7 | 646,0 | 645,4 | 19 | 643,4 | 644,0 | 642,8 |
| 8 | 646,2 | 646,3 | 646,0 | 20 | 644,4 | 644,9 | 643,9 |
| 9 | 646,2 | 646,2 | 646,1 | 21 | 645,2 | 645,6 | 644,9 |
| 10 | 646,0 | 646,2 | 645,8 | 22 | 645,8 | 646,0 | 645,6 |
| 11 | 645,0 | 645,3 | 644,7 | 23 | 646,1 | 646,2 | 646,0 |
| 12 | 644,4 | 644,7 | 644,2 | 24 | 646,2 | 646,3 | 646,1 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 644,7 | 644,9 | 644,5 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 03: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016



Fuente: CIAD

La variación horaria de la Presión promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 32 y gráfico N° 03. La presión máxima de 646,3 hPa (hectopascales) ocurre a las 01,00 y 24,00 horas y las mínimas de 641,7 hPa (hectopascales) a las 16,00 y 17,00 horas.

La presión atmosférica es máxima, cuando la temperatura del aire es la más alta y es mínima cuando la temperatura del aire a dicha hora es la más baja.

El promedio del promedio de las presiones del día 644,7 hPa, el promedio de las presiones máximas del día 644,9 hPa y el promedio de las presiones mínimas del día 644,5 hPa.

En lo concerniente a la Contaminación Ambiental, las variaciones de la presión y la temperatura de la atmósfera, promueven la generación de vientos y los vientos dispersan los contaminantes presentes en el aire.

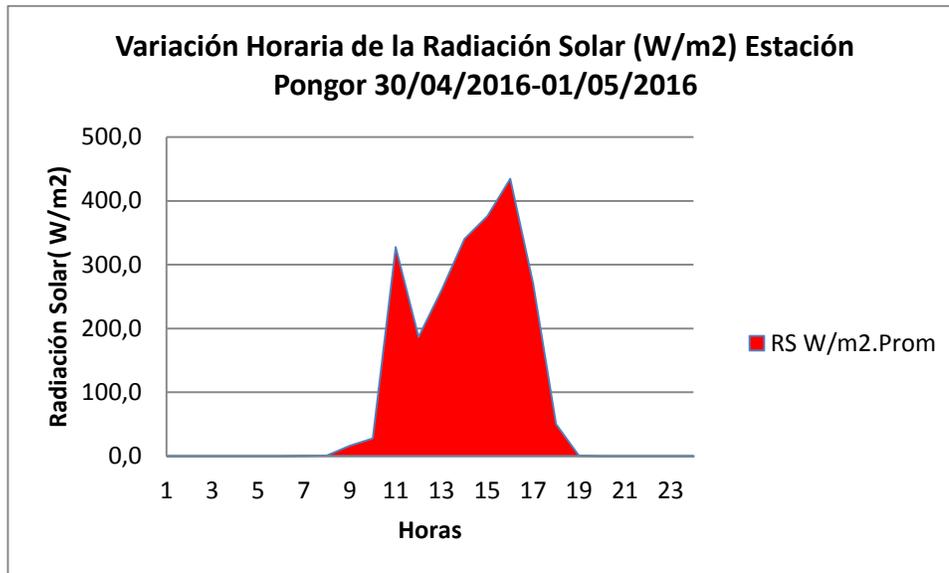
Cuadro N° 33: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²

Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 16,3 | 17 | 270,4 |
| 2 | 0,0 | 10 | 27,9 | 18 | 50,2 |
| 3 | 0,0 | 11 | 327,6 | 19 | 0,5 |
| 4 | 0,0 | 12 | 186,6 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 260,0 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 340,3 | 22 | 0,0 |
| 7 | 0,4 | 15 | 376,0 | 23 | 0,0 |
| 8 | 1,0 | 16 | 434,7 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 2292,1 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 04: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²
Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016



Fuente: CIAD

La variación horaria de la Radiación Solar en (w/m²) se observa el cuadro N° 33 y gráfico N° 04.

La radiación solar máxima con 434,7 w/m² tiene lugar a las 16,00 horas y las mínimas con 0,4 y 0,5 w/m² a las 07,00 y 19,00 horas, respectivamente.

La radiación solar máxima a esta hora, obedece a la presencia de nubosidad en la atmósfera, normalmente la radiación solar máxima debe ocurrir a las 12,00 horas; y las mínimas tienen lugar normalmente, en el orto (salida del sol) y en el ocaso (puesta del sol). La radiación solar acumulada durante el día es de 2292,1 w/m², esta energía radiante es la que mueve todo el sistema atmósfera – tierra.

La radiación solar y la velocidad de Viento, determinan la estabilidad de la atmósfera y, por lo tanto, la dispersión de los contaminantes.

Cuadro N° 34: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)

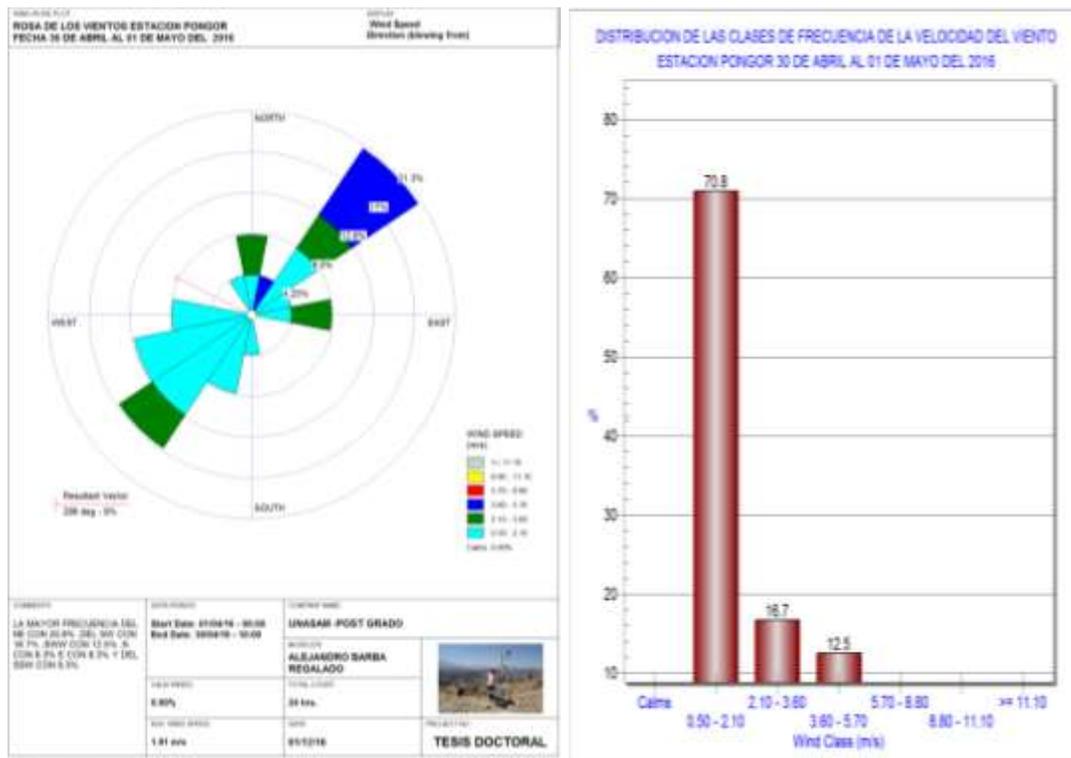
Pongor: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 1,6 | 246 | 13 | 3,5 | 52 |
| 2 | 1,4 | 267 | 14 | 3,7 | 16 |
| 3 | 0,8 | 219 | 15 | 4,4 | 38 |
| 4 | 1,0 | 227 | 16 | 4,0 | 40 |
| 5 | 2,1 | 217 | 17 | 3,3 | 86 |
| 6 | 1,0 | 200 | 18 | 2,4 | 92 |
| 7 | 1,1 | 278 | 19 | 1,5 | 201 |
| 8 | 1,4 | 185 | 20 | 1,2 | 359 |
| 9 | 1,4 | 54 | 21 | 1,5 | 246 |
| 10 | 1,8 | 70 | 22 | 1,2 | 332 |
| 11 | 1,3 | 34 | 23 | 0,9 | 236 |
| 12 | 1,9 | 11 | 24 | 1,3 | 218 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 1,9 | NE |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 05: Rosa de los Vientos.

Pongor 30/04/2016 a 01/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Velocidad y Dirección del Viento se observa en el cuadro N° 34 y gráfico N° 05.

La velocidad máxima de viento es 4,4 m/s y ocurre a las 15,00 horas, y la mínima de 0,8 m/s a las 03,00 horas; el promedio de la velocidad de Viento es 1,9 m/s. Los vientos en las zonas bajas o valles están más calientes que en las zonas altas o cerros, que se encuentran fríos. Esta diferencia de temperaturas, pone en movimiento a las masas de aire dando lugar a la formación de los vientos.

Los vientos se mueven con más persistencia en la dirección NE (Nor Este) con un ángulo de 36°.

De acuerdo a la rosa de los vientos, los contaminantes de la atmósfera se transportan hacia el nor- este (NE) a una velocidad promedio de 1,9 m/s.

b. Estación Meteorológica Local Central

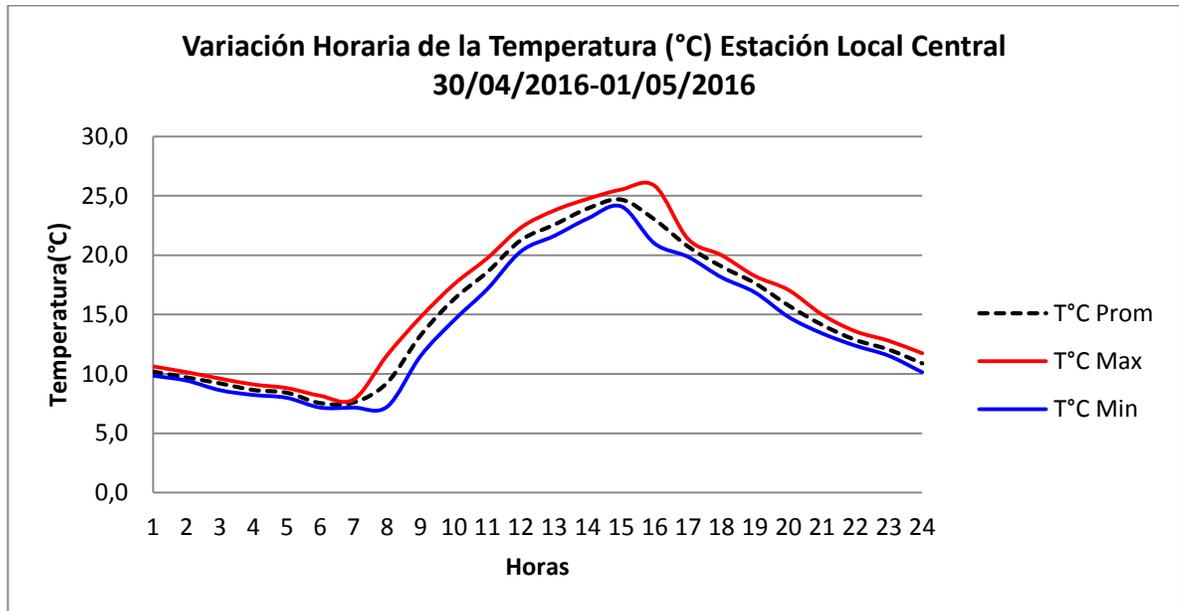
Cuadro N° 35: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 10,2 | 10,6 | 9,9 | 13 | 22,6 | 23,8 | 21,6 |
| 2 | 9,7 | 10,2 | 9,4 | 14 | 23,9 | 24,8 | 23,1 |
| 3 | 9,2 | 9,6 | 8,6 | 15 | 24,7 | 25,5 | 24,1 |
| 4 | 8,7 | 9,1 | 8,2 | 16 | 23,0 | 25,8 | 21,0 |
| 5 | 8,4 | 8,8 | 8,0 | 17 | 20,7 | 21,4 | 19,9 |
| 6 | 7,6 | 8,2 | 7,2 | 18 | 19,1 | 20,0 | 18,1 |
| 7 | 7,6 | 7,9 | 7,2 | 19 | 17,6 | 18,2 | 16,9 |
| 8 | 9,3 | 11,6 | 7,2 | 20 | 15,8 | 17,1 | 14,8 |
| 9 | 13,3 | 14,8 | 11,5 | 21 | 14,1 | 15,0 | 13,4 |
| 10 | 16,3 | 17,6 | 14,5 | 22 | 12,9 | 13,6 | 12,4 |
| 11 | 18,6 | 19,8 | 17,2 | 23 | 12,1 | 12,8 | 11,5 |
| 12 | 21,3 | 22,3 | 20,3 | 24 | 10,9 | 11,7 | 10,1 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 14,9 | 15,8 | 14,0 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 06: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C
Local Central 30/04/2016 a 01/05/2016



Fuente: CIAD

La variación horaria de la Temperaturas promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 35 y gráfico N° 06.

La temperatura máxima de 25,8°C se alcanza a las 16,00 horas y las mínimas de 7,2°C entre las 06,00 a 08,00 horas respectivamente.

El promedio del promedio de temperaturas del día es 14,9°C, el promedio de las temperaturas máximas 15,8°C y el promedio de las mínimas tiene un valor de 14,0°C.

En lo que respecta a la contaminación ambiental, el aumento de la temperatura influye en la formación de contaminantes secundarios en la atmósfera por reacción de los contaminantes primarios y, acelera los procesos de descomposición de la materia orgánica

Cuadro N° 36: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

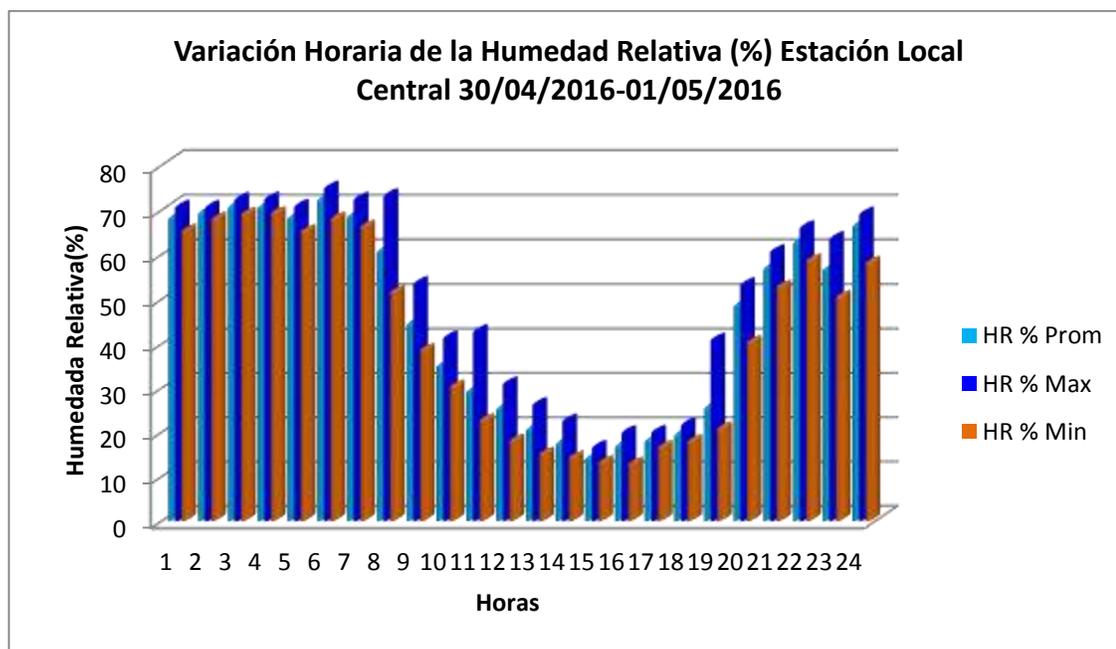
Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 68 | 70 | 65 | 13 | 21 | 26 | 15 |
| 2 | 69 | 70 | 68 | 14 | 17 | 22 | 14 |
| 3 | 71 | 72 | 69 | 15 | 14 | 16 | 13 |
| 4 | 70 | 72 | 69 | 16 | 17 | 20 | 13 |
| 5 | 68 | 71 | 65 | 17 | 18 | 20 | 16 |
| 6 | 72 | 75 | 68 | 18 | 19 | 22 | 18 |
| 7 | 68 | 72 | 66 | 19 | 25 | 41 | 21 |
| 8 | 61 | 73 | 51 | 20 | 48 | 53 | 40 |
| 9 | 44 | 53 | 38 | 21 | 57 | 60 | 53 |
| 10 | 35 | 41 | 30 | 22 | 63 | 66 | 58 |
| 11 | 29 | 43 | 23 | 23 | 56 | 63 | 50 |
| 12 | 25 | 31 | 18 | 24 | 66 | 69 | 58 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 46 | 51 | 42 |

Fuente: CIAD

Gráfico 07: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Local Central 30/04/2016 a 01/05/2016



Fuente: CIAD

La variación horaria de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 36 y gráfico N° 07.

La humedad relativa máxima de 75% tiene lugar a las 06,00 horas y las mínimas de 13% entre las 15,00 y 16,00 horas.

La humedad relativa máxima se debe a que la temperatura del aire a dicha hora, es baja, a bajas temperaturas, la densidad del vapor de agua en el aire aumenta y disminuye al elevarse la temperatura. La densidad del vapor de agua es inversamente proporcional a la temperatura.

El promedio del promedio de las humedades relativas del día es 46%, el promedio de las humedades relativas máximas es 51% y el promedio de las mínimas 42%.

El efecto de la humedad relativa en la contaminación ambiental, es que disminuye la contaminación del aire por lavado atmosférico a través de la lluvia.

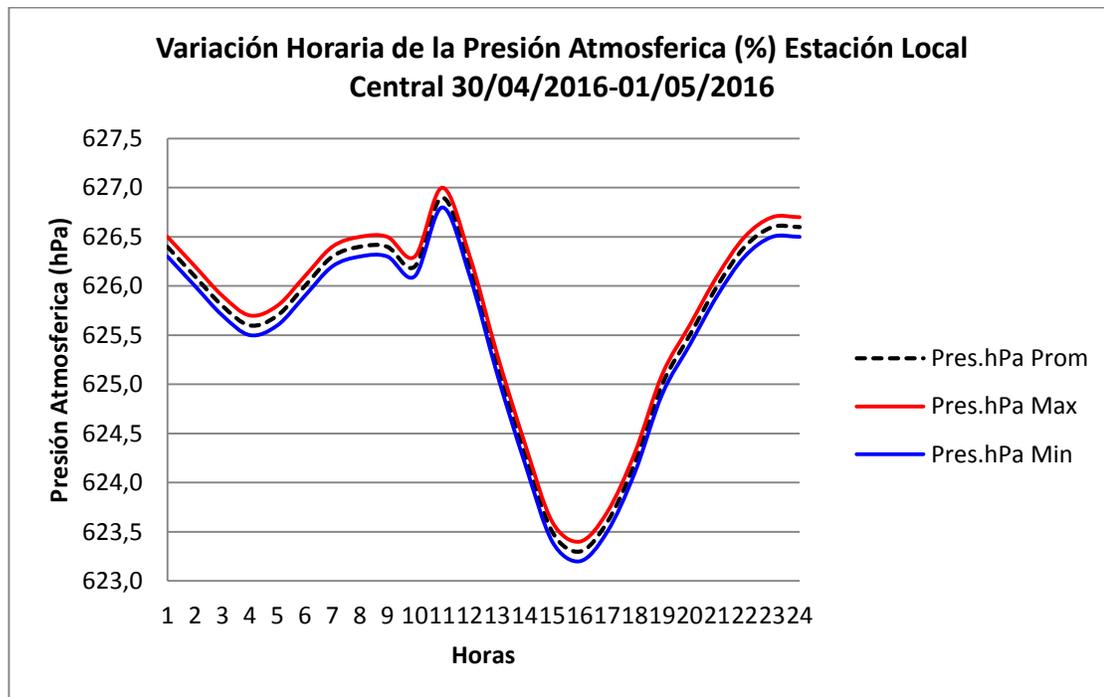
Cuadro N° 37: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 646,1 | 646,3 | 645,9 | 13 | 643,8 | 644,3 | 643,4 |
| 2 | 645,7 | 646,0 | 645,5 | 14 | 642,9 | 643,4 | 642,5 |
| 3 | 645,4 | 645,5 | 645,2 | 15 | 642,2 | 642,6 | 641,8 |
| 4 | 645,2 | 645,3 | 645,2 | 16 | 641,8 | 641,8 | 641,7 |
| 5 | 645,2 | 645,3 | 645,2 | 17 | 641,9 | 642,1 | 641,7 |
| 6 | 645,4 | 645,6 | 645,3 | 18 | 642,4 | 642,8 | 642,1 |
| 7 | 645,7 | 646,0 | 645,4 | 19 | 643,4 | 644,0 | 642,8 |
| 8 | 646,2 | 646,3 | 646,0 | 20 | 644,4 | 644,9 | 643,9 |
| 9 | 646,2 | 646,2 | 646,1 | 21 | 645,2 | 645,6 | 644,9 |
| 10 | 646,0 | 646,2 | 645,8 | 22 | 645,8 | 646,0 | 645,6 |
| 11 | 645,0 | 645,3 | 644,7 | 23 | 646,1 | 646,2 | 646,0 |
| 12 | 644,4 | 644,7 | 644,2 | 24 | 646,2 | 646,3 | 646,1 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 644,7 | 644,9 | 644,5 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 08: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hpa
 Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 37 y gráfico N° 08.

La presión atmosférica máxima de 646,3 hPa ocurre a las 01,00 horas y las mínimas de 641,7 hPa entre las 16,00 y 17,00 horas.

La presión atmosférica máxima se debe a que la temperatura del aire a esta hora, es la más alta y, la mínima a que la temperatura en este rango de tiempo es la más baja. La presión es directamente proporcional a la temperatura.

El promedio del promedio de las presiones del día es 644,7 hPa, el promedio de las presiones máximas 644,9 hPa y el promedio de las mínimas 644,5 hPa.

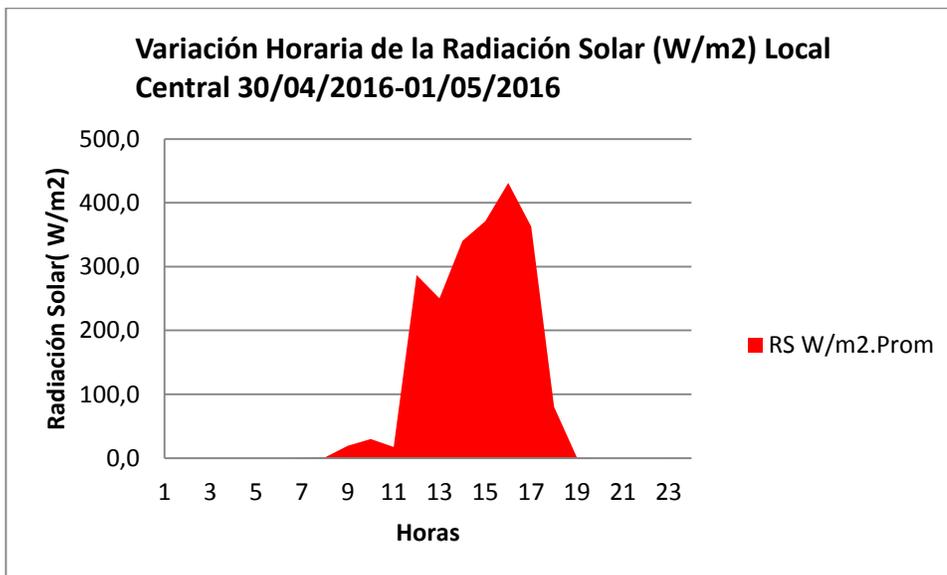
Los gradientes de presión y temperatura en la atmósfera, generan los vientos y estos dispersan los contaminantes.

Cuadro N° 38: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²
Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 19,3 | 17 | 362,8 |
| 2 | 0,0 | 10 | 29,9 | 18 | 80,2 |
| 3 | 0,0 | 11 | 17,4 | 19 | 0,5 |
| 4 | 0,0 | 12 | 286,8 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 250,3 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 340,3 | 22 | 0,0 |
| 7 | 0,4 | 15 | 371,2 | 23 | 0,0 |
| 8 | 1,0 | 16 | 431,2 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 2191,2 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 09: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²
Local Central 30/04/2016 a 01/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Radiación Solar en (w/m^2) se observa el cuadro N° 38 y gráfico N° 09.

La radiación solar máxima de $431,2 w/m^2$ tiene lugar a las 16,00 horas y, las mínimas con $0,4$ y $0,5 w/m^2$ a las 07,00 y 19,00 horas, respectivamente.

La radiación solar máxima, se debe a la presencia de nubosidad en la atmósfera puesto que normalmente dicha radiación ocurre a las 12,00 horas. Por otro lado, las radiaciones solares mínimas normalmente ocurren en el orto (salida del sol) y en el ocaso (cuando se oculta el sol). La suma total de la radiación solar es de $2191,2 w/m^2$. Esta energía radiante es la que mueve todo el sistema atmósfera – tierra.

La Radiación Solar y la velocidad del Viento, determinan la estabilidad de la atmósfera y, por lo tanto, la dispersión de los contaminantes. En una atmósfera estable, los contaminantes presentan baja dispersión por lo que su concentración aumentará.

Cuadro N° 39: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)
Local Central: 30/04/2016 a 01/05/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,5 | 20,67 | 13 | 1,8 | 127,2 |
| 2 | 0,6 | 280,5 | 14 | 1,9 | 170,7 |
| 3 | 0,6 | 158,5 | 15 | 1,8 | 258,6 |
| 4 | 0,5 | 25,54 | 16 | 3,3 | 24,19 |
| 5 | 0,7 | 187,5 | 17 | 3,5 | 85,2 |
| 6 | 0,6 | 216,7 | 18 | 2,3 | 26,07 |
| 7 | 0,5 | 253,7 | 19 | 1,2 | 75,27 |
| 8 | 0,8 | 211,3 | 20 | 0,9 | 250,8 |
| 9 | 0,8 | 285,9 | 21 | 0,8 | 79,04 |
| 10 | 0,9 | 109,5 | 22 | 0,8 | 36,61 |
| 11 | 1,3 | 103,8 | 23 | 0,7 | 101,5 |
| 12 | 1,6 | 98,2 | 24 | 0,6 | 251 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 1,9 | NNE |

Fuente: CIAD

Los valles o zonas bajas están más calientes que las zonas altas o cerros que se encuentran fríos, esta diferencia de temperaturas, pone en movimiento a las masas de aire dando lugar a la formación de los vientos.

La dirección de viento se refiere a su desplazamiento, es decir, de donde a donde el movimiento del viento es más persistente. Se observa en la rosa de los vientos, que es más persistente en la dirección NE (Nor Este) con un ángulo de 23°.

En la contaminación ambiental, la velocidad de viento genera la dispersión de los contaminantes, en este caso, los contaminantes se desplazan en el sentido NE a una velocidad promedio de 1,9 m/s.

4.5.2 Medición mes de Mayo

a. Estación Meteorológica Pongor

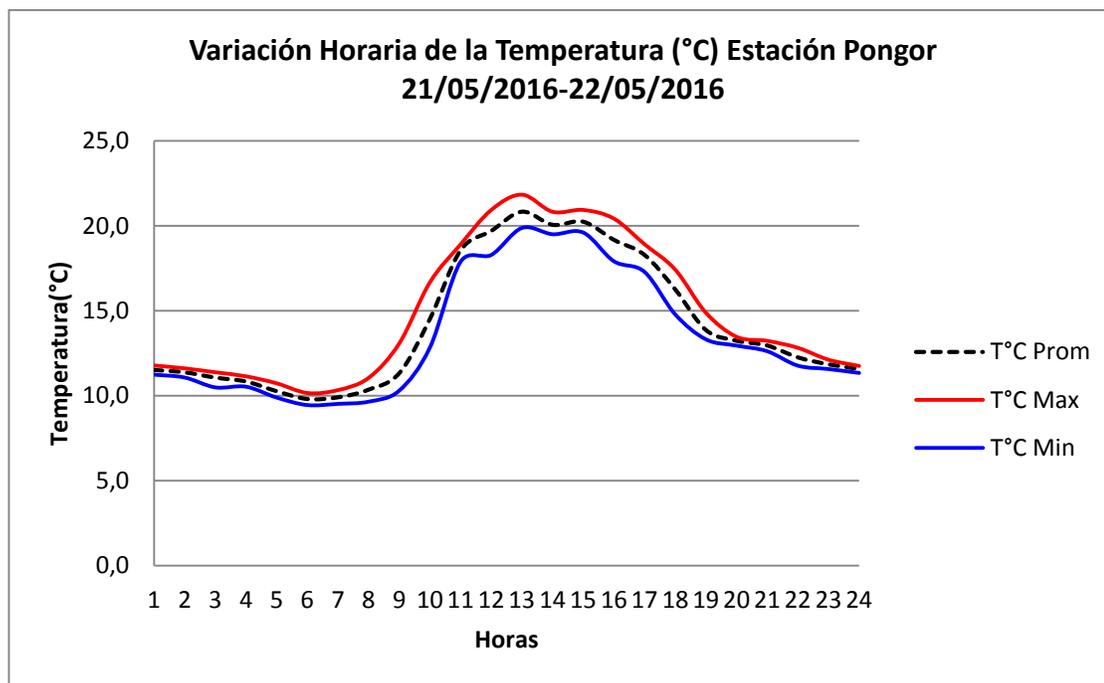
Cuadro N° 40: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 11,5 | 11,8 | 11,2 | 13 | 20,8 | 21,8 | 19,9 |
| 2 | 11,4 | 11,6 | 11,1 | 14 | 20,1 | 20,8 | 19,5 |
| 3 | 11,1 | 11,4 | 10,5 | 15 | 20,2 | 20,9 | 19,6 |
| 4 | 10,8 | 11,1 | 10,5 | 16 | 19,2 | 20,4 | 17,9 |
| 5 | 10,3 | 10,7 | 9,9 | 17 | 18,3 | 18,9 | 17,3 |
| 6 | 9,8 | 10,2 | 9,5 | 18 | 16,3 | 17,4 | 14,8 |
| 7 | 9,9 | 10,3 | 9,5 | 19 | 13,9 | 14,9 | 13,3 |
| 8 | 10,4 | 11,1 | 9,7 | 20 | 13,2 | 13,5 | 13,0 |
| 9 | 11,3 | 13,1 | 10,3 | 21 | 13,0 | 13,2 | 12,6 |
| 10 | 14,5 | 16,7 | 12,8 | 22 | 12,3 | 12,8 | 11,8 |
| 11 | 18,6 | 18,9 | 17,9 | 23 | 11,8 | 12,1 | 11,6 |
| 12 | 19,7 | 20,9 | 18,3 | 24 | 11,6 | 11,8 | 11,3 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 14,2 | 14,9 | 13,5 |

Fuente: CIAD

Gráfico N°11: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C
Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Temperaturas promedio, máxima y mínima se muestran en el cuadro N° 40 y gráfico N° 11.

La temperatura máxima de 20,9°C tiene lugar a las 15,00 horas y las mínimas de 9,5°C ocurren entre las 06,00 y 07,00 horas.

El promedio del promedio de temperaturas del día es 14,2 °C, el promedio de las temperaturas máximas es 14,9°C y el promedio de las mínimas 13,5°C.

La temperatura máxima se debe al efecto invernadero normal que ocurre en la atmósfera y, la mínima, a un intercambio de energía entre la atmósfera y la tierra.

Un aumento de la temperatura atmosférica favorece la formación de contaminantes secundarios por reacción de contaminantes primarios presentes en la atmósfera y, acelera los procesos de descomposición de la materia orgánica. .

Cuadro N° 41: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

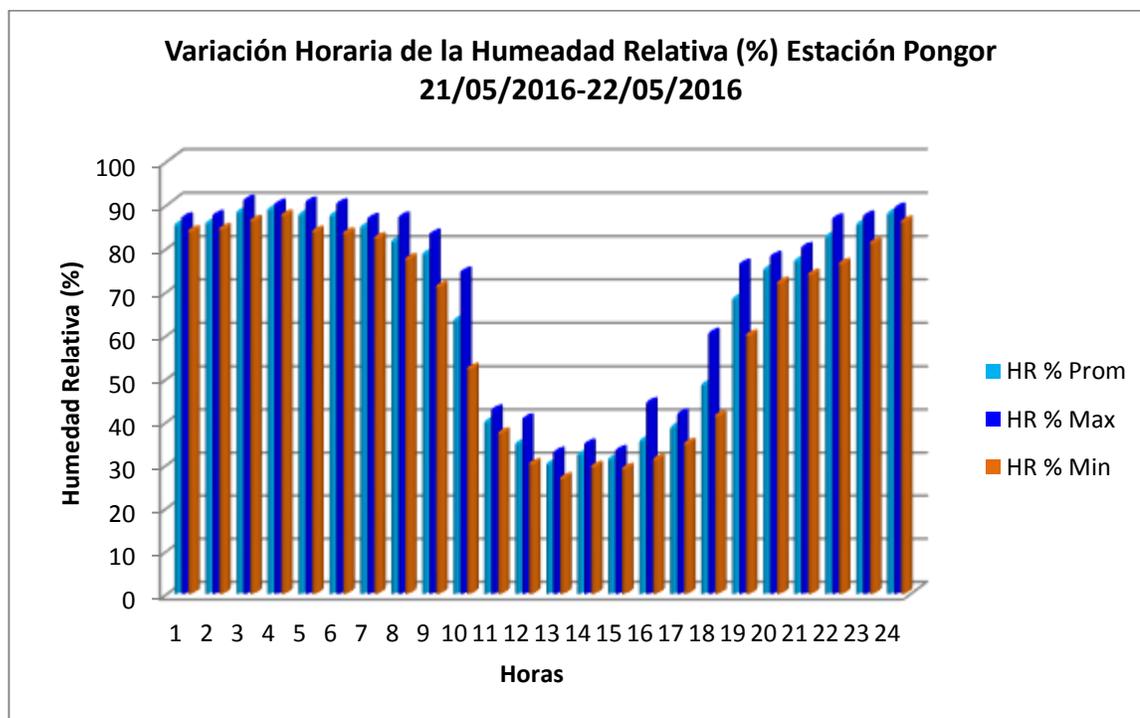
Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 85 | 87 | 88 | 13 | 30 | 33 | 27 |
| 2 | 86 | 87 | 84 | 14 | 32 | 35 | 29 |
| 3 | 88 | 91 | 86 | 15 | 31 | 33 | 29 |
| 4 | 89 | 90 | 87 | 16 | 35 | 44 | 31 |
| 5 | 88 | 90 | 84 | 17 | 38 | 42 | 35 |
| 6 | 87 | 90 | 83 | 18 | 48 | 60 | 41 |
| 7 | 85 | 87 | 82 | 19 | 68 | 76 | 60 |
| 8 | 81 | 87 | 77 | 20 | 75 | 78 | 72 |
| 9 | 79 | 83 | 71 | 21 | 77 | 80 | 74 |
| 10 | 63 | 74 | 52 | 22 | 83 | 87 | 76 |
| 11 | 40 | 42 | 37 | 23 | 85 | 87 | 81 |
| 12 | 35 | 40 | 30 | 24 | 88 | 89 | 86 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 66 | 70 | 62 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 12: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Pongor 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación horaria de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se indica en el cuadro N° 41 y gráfico N° 12.

La humedad relativa máxima de 91% se produce a las 03,00 horas y la mínima del 27% a las 13,00 horas.

La humedad relativa máxima a la hora indicada se debe a que la temperatura de la atmósfera es baja, por lo que la densidad del vapor de agua en el aire aumenta y la HR mínima resulta del aumento de la temperatura del aire y la densidad del vapor de agua en el aire disminuye. La densidad varía inversamente con la temperatura.

El promedio del promedio de las humedades relativas es 66%, el promedio de las humedades relativas máximas es 70% y el promedio de las mínimas 62%.

La humedad relativa, promueve la disminución de los contaminantes del aire por lavado atmosférico por precipitación de lluvia.

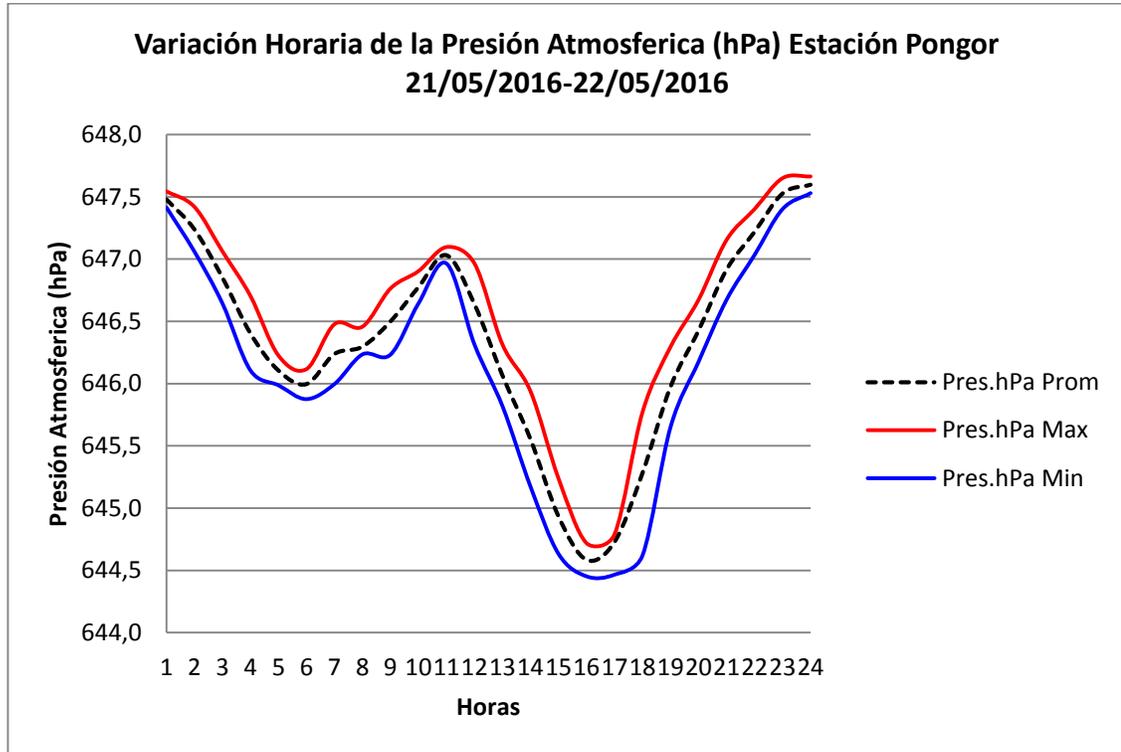
Cuadro N° 42: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 627,0 | 627,2 | 626,8 | 13 | 625,8 | 626,1 | 625,5 |
| 2 | 626,7 | 626,8 | 626,5 | 14 | 625,2 | 625,5 | 642,8 |
| 3 | 626,4 | 626,5 | 626,2 | 15 | 624,5 | 624,8 | 624,2 |
| 4 | 626,2 | 626,2 | 626,1 | 16 | 624,1 | 524,2 | 623,9 |
| 5 | 626,2 | 626,2 | 626,1 | 17 | 624,0 | 624,1 | 623,9 |
| 6 | 626,3 | 626,4 | 626,2 | 18 | 624,4 | 624,7 | 624,1 |
| 7 | 626,2 | 626,7 | 626,4 | 19 | 625,0 | 625,3 | 624,7 |
| 8 | 626,8 | 626,9 | 626,7 | 20 | 625,8 | 626,2 | 625,3 |
| 9 | 626,0 | 627,0 | 626,9 | 21 | 626,5 | 626,7 | 626,2 |
| 10 | 626,9 | 627,0 | 626,8 | 22 | 627,1 | 627,4 | 626,7 |
| 11 | 626,7 | 626,9 | 626,5 | 23 | 627,3 | 627,4 | 627,2 |
| 12 | 626,3 | 626,5 | 626,1 | 24 | 627,3 | 627,4 | 627,2 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 626,1 | 626,3 | 625,9 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 13: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hpa
 Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 42 y gráfico N° 13.

La presión máxima de 627,4 hPa ocurre entre las 22,00; 23,00 y 24,00 horas y la mínima de 623,9 hPa entre las 16,00 y 17,00 horas. La Presión atmosférica es máxima, debido a que la temperatura del aire a esta hora es alta y mínima puesto que la temperatura a la hora citada es baja.

El promedio del promedio de las presiones del día es 626,1 hPa, el promedio de las presiones máximas 626,3 hPa y el promedio de las mínimas 625,9 hPa.

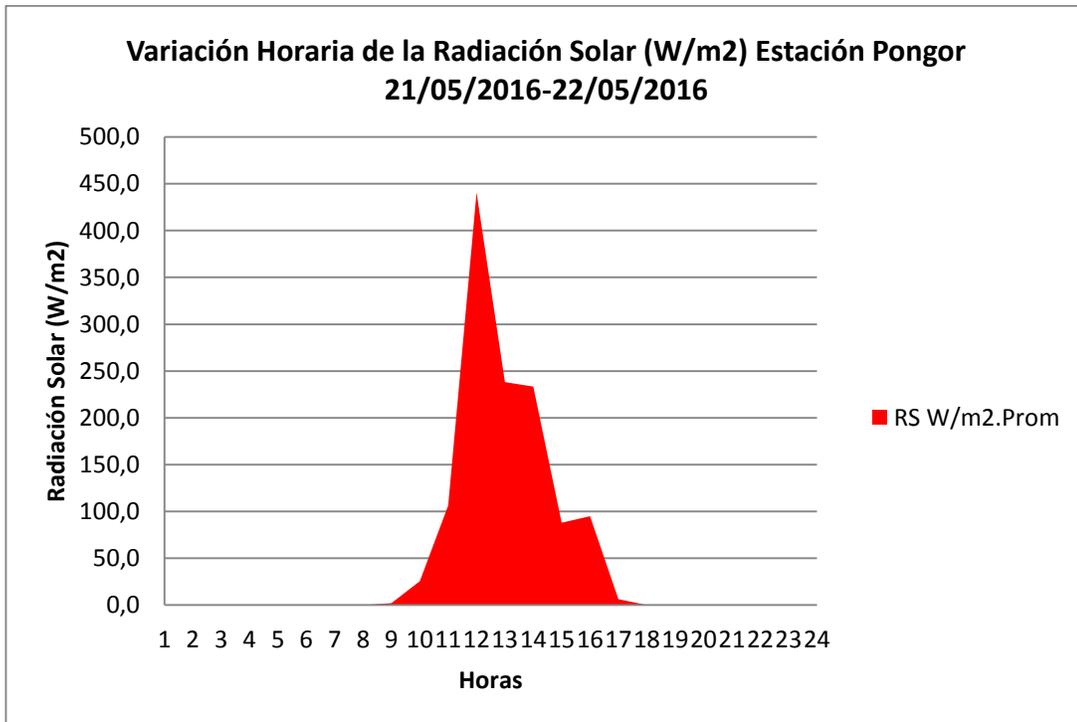
Las gradientes de las presiones y temperaturas atmosféricas, generan vientos y estos dispersan los contaminantes.

Cuadro N° 43: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²
Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 2,1 | 17 | 6,4 |
| 2 | 0,0 | 10 | 25,6 | 18 | 0,1 |
| 3 | 0,0 | 11 | 106,4 | 19 | 0,0 |
| 4 | 0,0 | 12 | 440,6 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 238,2 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 233,4 | 22 | 0,0 |
| 7 | 0,0 | 15 | 88,0 | 23 | 0,0 |
| 8 | 0,0 | 16 | 95,0 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 1235,8 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 14: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²
Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Radiación Solar en (w/m^2) se observa el cuadro N° 43 y gráfico N° 14.

La radiación solar máxima de $440,6 w/m^2$ tiene lugar a las 12,00 horas y las mínimas de $2,1$ y $0,1 w/m^2$ a las 09,00 y 18,00 horas respectivamente.

La radiación solar máxima a las 12,00 horas implica un comportamiento normal, las mínimas normalmente ocurren en el orto (salida del sol) y en el ocaso (cuando se oculta el sol).

La suma total de la radiación solar, es $1235,8 w/m^2$. Esta energía radiante es la que mueve todo el sistema atmósfera – tierra.

La radiación solar y la velocidad del Viento, determinan la estabilidad de la atmósfera, luego, la dispersión de los contaminantes depende de estos factores. En una atmósfera estable, los contaminantes presentan baja dispersión generando mayor concentración de los mismos.

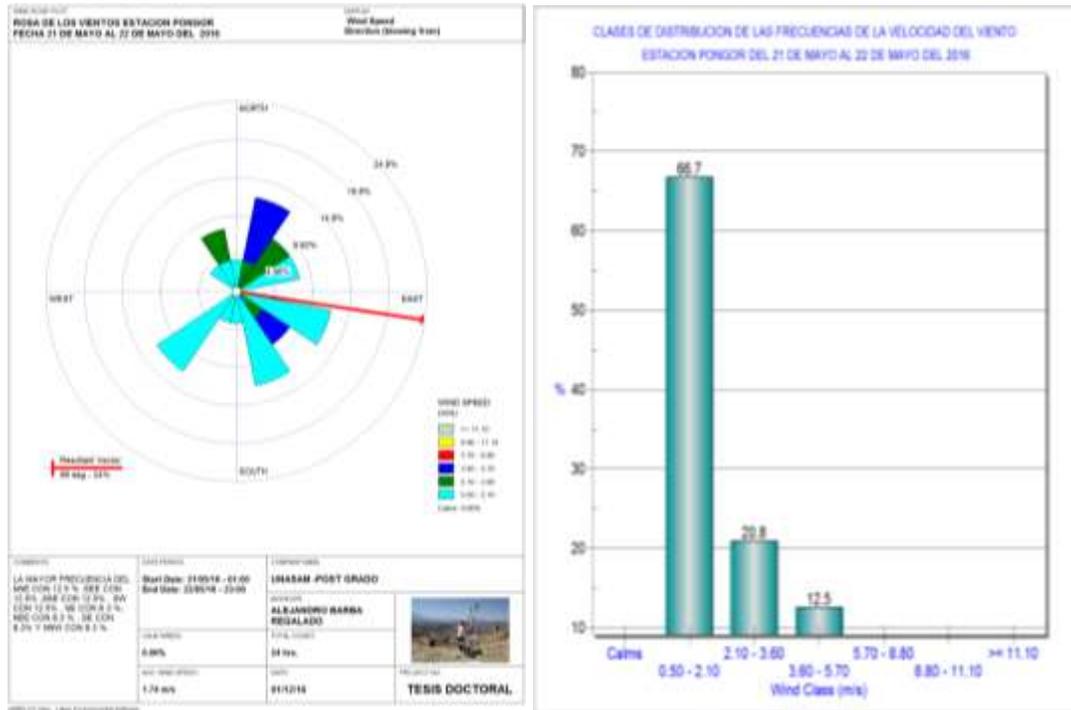
Cuadro N° 44: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)

Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,9 | 107 | 13 | 3,4 | 16 |
| 2 | 0,7 | 159 | 14 | 4,7 | 12 |
| 3 | 0,8 | 335 | 15 | 3,7 | 140 |
| 4 | 0,8 | 167 | 16 | 3,6 | 28 |
| 5 | 1,2 | 216 | 17 | 2,7 | 344 |
| 6 | 1,1 | 224 | 18 | 2,6 | 144 |
| 7 | 1,0 | 226 | 19 | 1,6 | 209 |
| 8 | 1,5 | 119 | 20 | 1,1 | 358 |
| 9 | 1,1 | 103 | 21 | 0,8 | 156 |
| 10 | 2,0 | 60 | 22 | 0,6 | 314 |
| 11 | 2,2 | 37 | 23 | 0,9 | 60 |
| 12 | 2,2 | 39 | 24 | 0,7 | 183 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 1,8 | NNE |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 15: Rosa de los Vientos.
 Pongor: 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Velocidad y Dirección del Viento se observa en el cuadro N° 44 y gráfico N° 15.

La velocidad máxima de 4,7 m/s tiene lugar a las 14,00 horas y la mínima de 0,6 m/s a las 22,00 horas. La velocidad promedio de viento es 1,8 m/s.

Las velocidades de viento se incrementan en horas de la tarde debido al intercambio energético tierra – atmósfera.

Los valles están más calientes que los cerros que se encuentran fríos. Esta diferencia de temperaturas, pone en movimiento a las masas de aire dando lugar a la formación de los vientos. La rosa de los vientos, muestra que los vientos con mayor persistencia vienen del NNE (Nor Nor Este) con un ángulo de 26°.

b. Estación Meteorológica Local Central

Cuadro N° 45: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

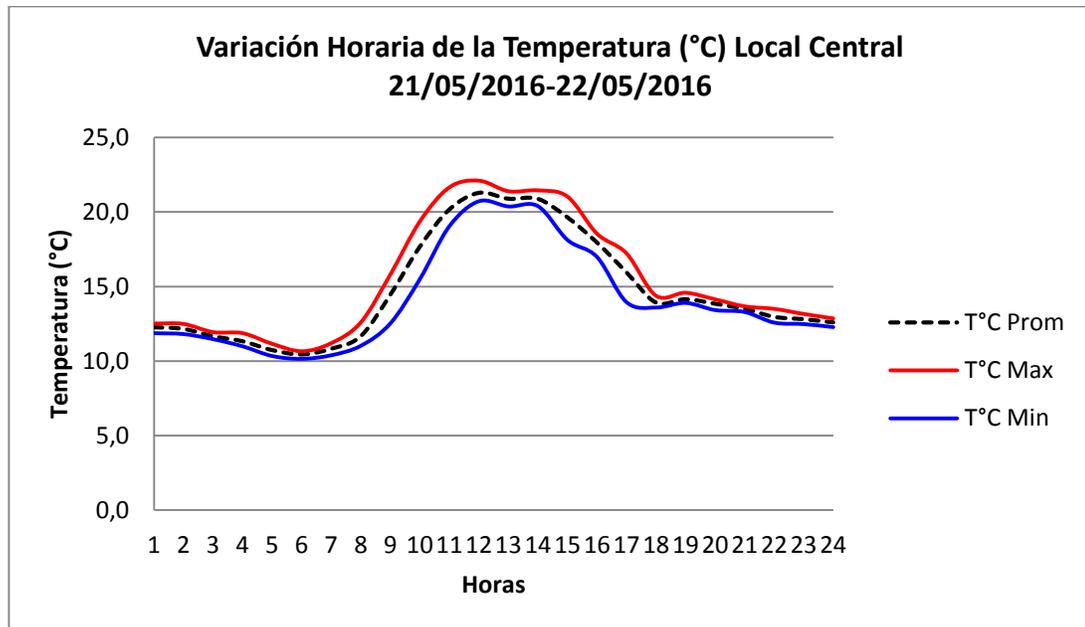
Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 10,2 | 10,6 | 9,9 | 13 | 22,6 | 23,8 | 21,6 |
| 2 | 9,7 | 10,2 | 9,4 | 14 | 23,9 | 24,8 | 23,1 |
| 3 | 9,2 | 9,6 | 8,6 | 15 | 24,7 | 25,5 | 24,1 |
| 4 | 8,7 | 9,1 | 8,2 | 16 | 23,0 | 25,8 | 21,0 |
| 5 | 8,4 | 8,8 | 8,0 | 17 | 20,7 | 21,4 | 19,9 |
| 6 | 7,6 | 8,2 | 7,2 | 18 | 19,1 | 20,0 | 18,1 |
| 7 | 7,6 | 7,9 | 7,2 | 19 | 17,6 | 18,2 | 16,9 |
| 8 | 9,3 | 11,6 | 7,2 | 20 | 15,8 | 17,1 | 14,8 |
| 9 | 13,3 | 14,8 | 11,5 | 21 | 14,1 | 15,0 | 13,4 |
| 10 | 16,3 | 17,6 | 14,5 | 22 | 12,9 | 13,6 | 12,4 |
| 11 | 18,6 | 19,8 | 17,2 | 23 | 12,1 | 12,8 | 11,5 |
| 12 | 21,3 | 22,3 | 20,3 | 24 | 10,9 | 11,7 | 10,1 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 14,9 | 15,8 | 14,0 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 16: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Local Central 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Temperaturas promedio, máxima y mínima en la estación del Local Central se muestra en el cuadro N° 45 y gráfico N° 16.

La temperatura máxima de 22,1°C tiene lugar a las 12,00 horas y la mínima de 10,2°C a las 06,00 horas. La temperatura máxima a las 12,00 horas obedece al efecto invernadero normal que ocurre en la atmósfera, y la mínima, a un intercambio de energía entre la tierra y la atmósfera, ésta última, para calentarse absorbe energía calorífica de la tierra. El promedio del promedio de temperaturas es 14,7 °C, el promedio de las máximas 15,4°C y el promedio de las mínimas 14,0°C.

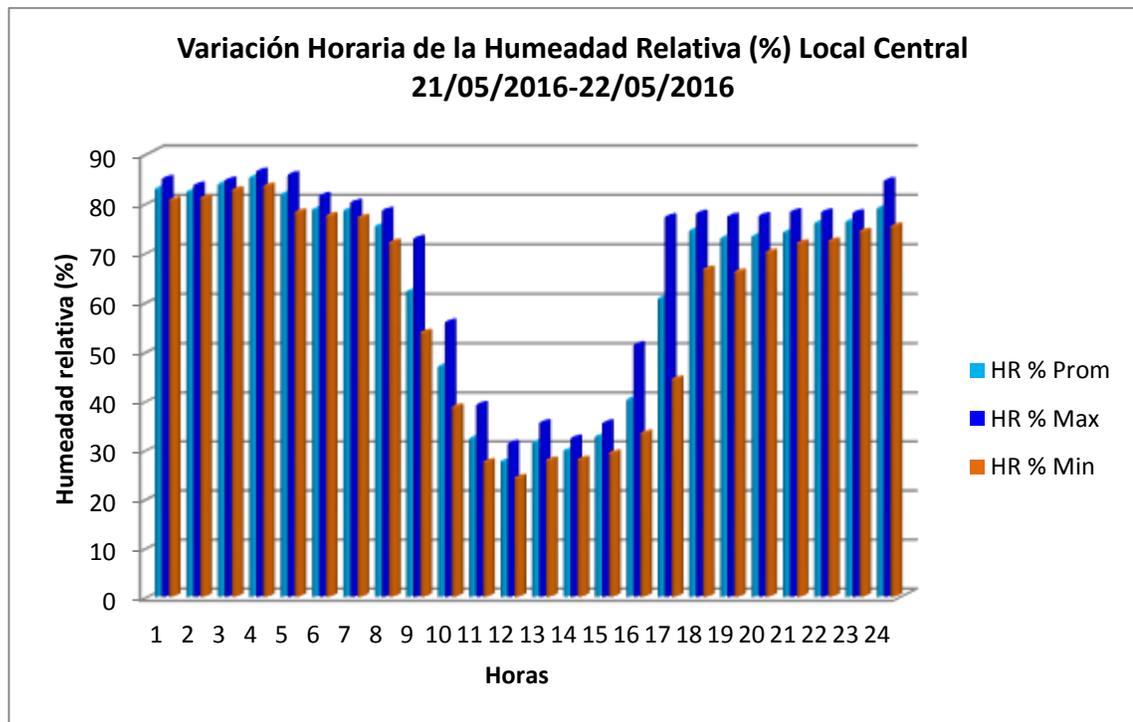
Un aumento de temperatura, genera condiciones para la formación de contaminantes secundarios por reacción de los contaminantes primarios.

Cuadro N° 46: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %
Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 83 | 85 | 81 | 13 | 31 | 35 | 28 |
| 2 | 82 | 84 | 81 | 14 | 30 | 32 | 28 |
| 3 | 84 | 85 | 83 | 15 | 33 | 35 | 29 |
| 4 | 85 | 86 | 83 | 16 | 40 | 51 | 33 |
| 5 | 82 | 86 | 78 | 17 | 61 | 77 | 44 |
| 6 | 79 | 81 | 77 | 18 | 74 | 78 | 67 |
| 7 | 78 | 80 | 77 | 19 | 73 | 77 | 66 |
| 8 | 75 | 78 | 72 | 20 | 73 | 77 | 70 |
| 9 | 62 | 73 | 54 | 21 | 74 | 78 | 72 |
| 10 | 47 | 56 | 39 | 22 | 76 | 78 | 72 |
| 11 | 32 | 39 | 27 | 23 | 76 | 78 | 74 |
| 12 | 27 | 31 | 24 | 24 | 79 | 84 | 75 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 64 | 69 | 60 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 17: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %
Local Central 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 46 y gráfico N° 17.

La humedad relativa máxima de 86% ocurre entre las 04,00 y 05,00 horas y la mínima con 24% a las 12,00 horas. La humedad relativa máxima se debe a que la temperatura del aire a dicha hora es la más baja, en esta condición, la densidad del vapor de agua en el aire aumenta; y la humedad relativa mínima resulta del aumento de la temperatura del aire por absorción de calor del suelo y, la densidad del vapor de agua en el aire disminuye. La densidad varía inversamente con la temperatura.

El promedio del promedio de las humedades relativas es 64%, el promedio de las máximas es 69% y el promedio de las mínimas 60%.

Cuadro N° 47: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

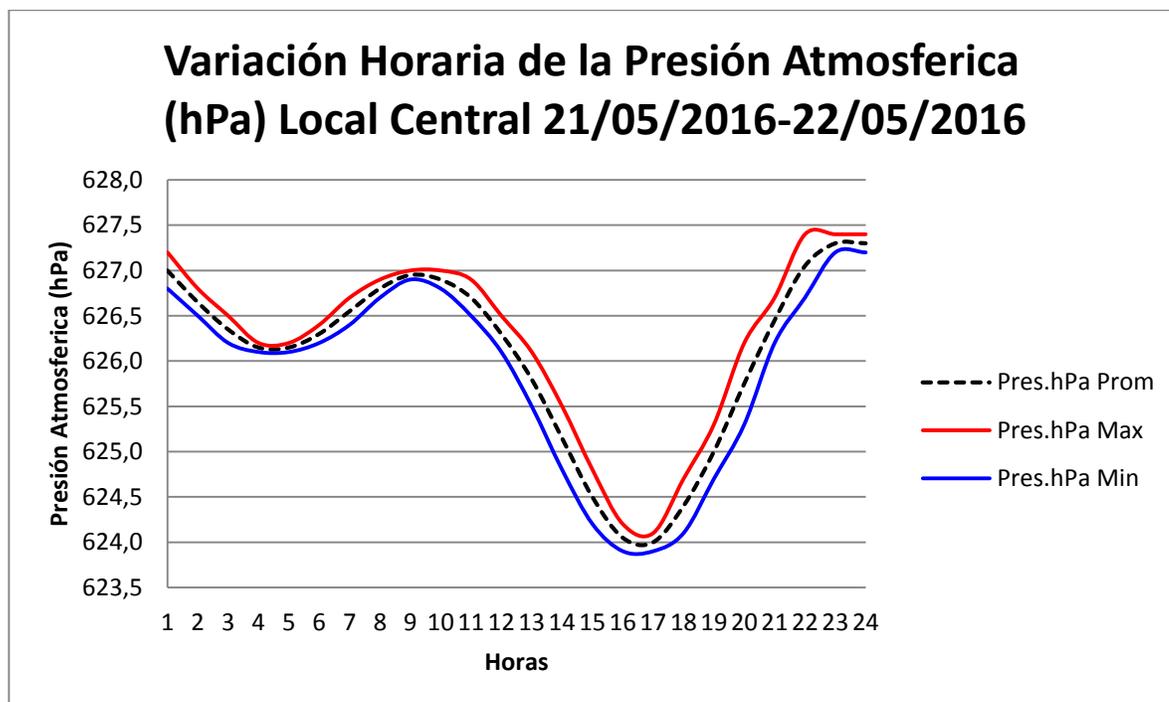
Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|-------------|------------|------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 647,5 | 647,5 | 647,4 | 13 | 646,1 | 646,3 | 645,8 |
| 2 | 647,2 | 647,4 | 647,1 | 14 | 645,6 | 645,9 | 645,2 |
| 3 | 646,9 | 647,1 | 646,6 | 15 | 644,9 | 645,2 | 644,6 |
| 4 | 646,4 | 646,7 | 646,1 | 16 | 644,6 | 644,7 | 644,5 |
| 5 | 646,1 | 646,2 | 646,0 | 17 | 644,7 | 644,8 | 644,5 |
| 6 | 646,0 | 646,1 | 645,9 | 18 | 645,3 | 645,8 | 644,6 |
| 7 | 646,2 | 646,5 | 646,0 | 19 | 646,0 | 646,3 | 645,7 |
| 8 | 646,3 | 646,5 | 646,2 | 20 | 646,4 | 646,7 | 646,2 |
| 9 | 646,5 | 646,8 | 646,2 | 21 | 646,9 | 647,2 | 646,7 |
| 10 | 646,8 | 646,9 | 646,6 | 22 | 647,2 | 647,4 | 647,0 |
| 11 | 647,0 | 647,1 | 647,0 | 23 | 647,5 | 647,6 | 647,4 |
| 12 | 646,6 | 647,0 | 646,3 | 24 | 647,6 | 647,7 | 647,5 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 646,3 | 646,6 | 646,1 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 18: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hpa

Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 47 y gráfico N° 18.

La presión máxima de 647,7 hPa ocurre a las 24,00 horas y las mínimas de 644,5 hPa entre las 16,00 y 17,00 horas.

La presión atmosférica máxima se debe a que la temperatura del aire a la citada hora es la más alta y la presión mínima debido a que la temperatura del aire a la hora indicada es la más baja.

El promedio del promedio de las presiones del día es 646,3 hPa, el promedio de las máximas 646,6 hPa y el promedio de las mínimas 646,1 hPa.

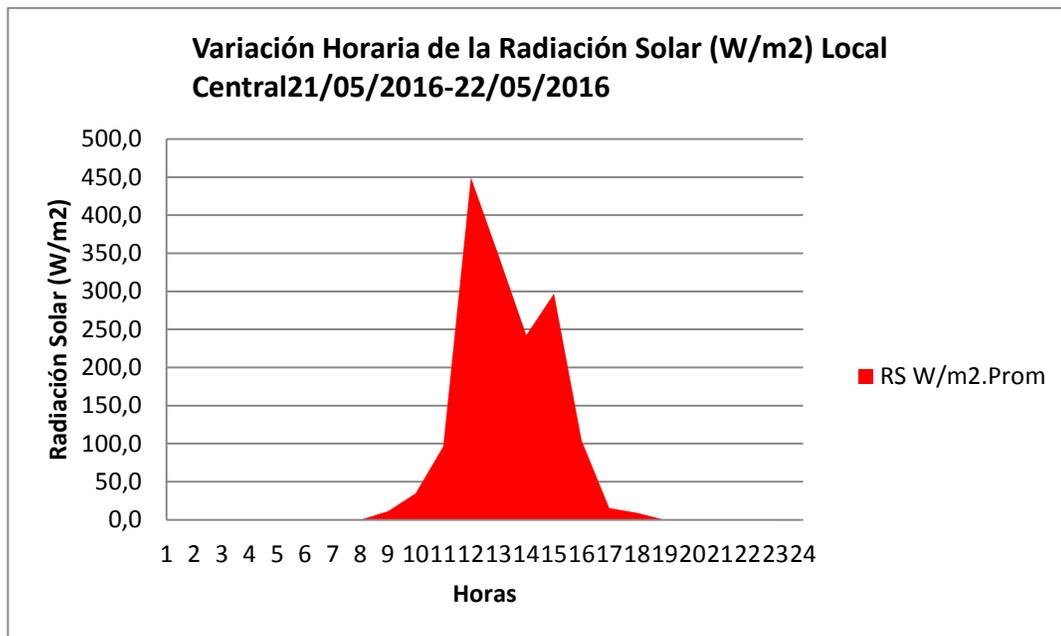
Las gradientes de presión y temperatura en la atmósfera, son los responsables de la generación de vientos los mismos que transportan y dispersan los contaminantes presentes en el aire a una velocidad dada y dirección definida.

Cuadro N° 48: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²
Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 11,1 | 17 | 15,4 |
| 2 | 0,0 | 10 | 34,6 | 18 | 9,1 |
| 3 | 0,0 | 11 | 96,3 | 19 | 0,0 |
| 4 | 0,0 | 12 | 449,6 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 347,2 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 242,4 | 22 | 0,0 |
| 7 | 0,0 | 15 | 297,0 | 23 | 0,0 |
| 8 | 0,0 | 16 | 104,0 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 1606,7 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 19: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²
Local Central 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Radiación Solar se observan el cuadro N° 48 y gráfico N° 19.

La radiación solar máxima con 449,6 w/m² tiene lugar a las 12,00 horas y las mínimas con 11,1 y 9,1 w/m² a las 09,00 y 18,00 horas respectivamente. La radiación solar máxima tiene lugar en una atmósfera despejada (sin nubosidad) y como ocurre a las 12,00 horas se dice que su comportamiento es normal. Las mínimas, normalmente ocurren en el orto (salida del sol) y en el ocaso (puesta del sol). La suma total de la radiación solar, es de 1606,7 w/m². Esta energía radiante es la que mueve todo el sistema atmósfera – tierra.

La radiación solar y la velocidad del viento, determinan la estabilidad de la atmósfera y, por lo tanto, la dispersión de los contaminantes. En una atmósfera estable, los contaminantes presentan baja dispersión y, como consecuencia la concentración de éstos en la atmósfera aumentará.

Cuadro N° 49: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)

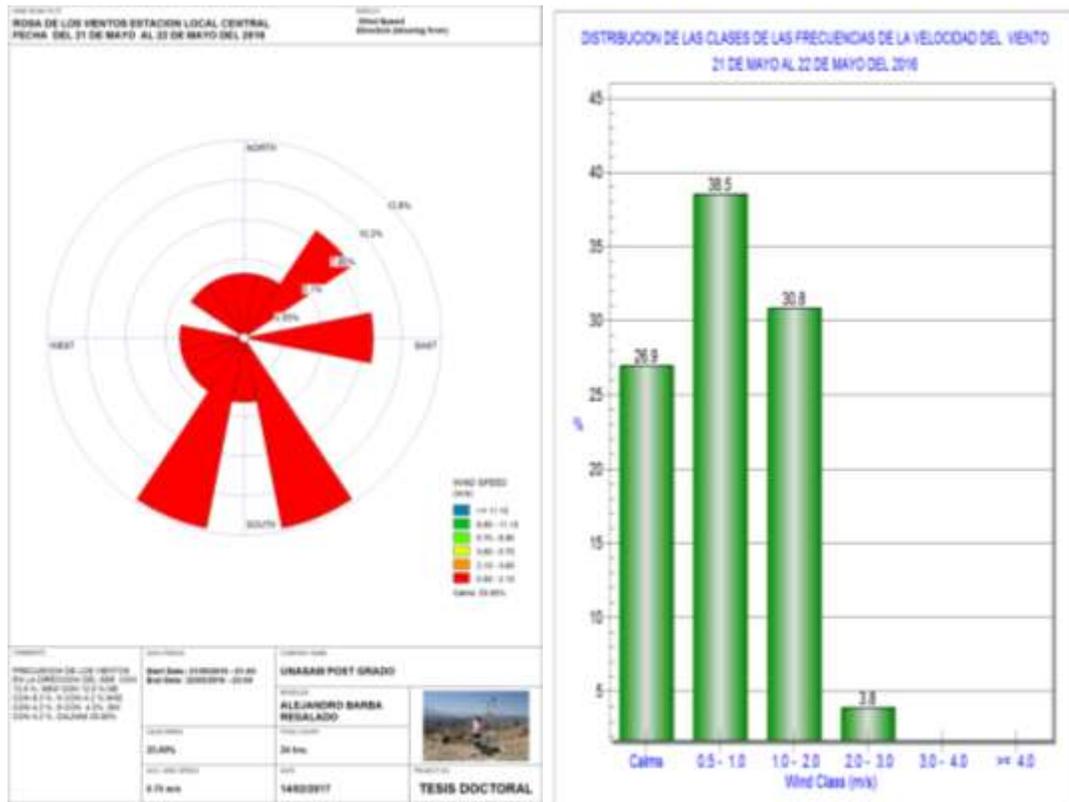
Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,4 | 278,5 | 13 | 1,4 | 34,78 |
| 2 | 0,4 | 224,4 | 14 | 1,2 | 38,99 |
| 3 | 0,4 | 260,1 | 15 | 2,0 | 343,8 |
| 4 | 0,4 | 218,7 | 16 | 1,9 | 147,6 |
| 5 | 0,6 | 256,7 | 17 | 1,2 | 209,5 |
| 6 | 0,5 | 264,2 | 18 | 0,8 | 86,0 |
| 7 | 0,7 | 205,1 | 19 | 0,5 | 213,9 |
| 8 | 0,7 | 28,91 | 20 | 0,5 | 210,4 |
| 9 | 0,8 | 78,92 | 21 | 0,4 | 339,5 |
| 10 | 0,9 | 150,0 | 22 | 0,5 | 78,52 |
| 11 | 1,0 | 171,6 | 23 | 0,4 | 309,6 |
| 12 | 1,3 | 307,4 | 24 | 0,4 | 232,3 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 0,8 | SSW |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 20: Rosa de los Vientos

Local Central: 21/05/2016 a 22/05/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Velocidad y Dirección del Viento se observa en el cuadro N° 49 y gráfico N° 20.

La velocidad máxima es 2,0 m/s ocurre a las 15,00 horas y las mínimas de 0,4 m/s entre las 01,00 horas a 04,00 horas y las 23,00 y 24,00 horas. Las velocidades de viento se incrementan en horas de la tarde, debido al intercambio energético entre la atmósfera y la tierra. Las zonas bajas o valles están más calientes (temperaturas altas) que las zonas altas o cerros se encuentran fríos (temperaturas bajas). Esta diferencia de temperaturas, pone en movimiento a las masas de aire dando lugar a la formación de los vientos.

La dirección de viento nos indica de donde a donde los vientos son más persistentes.

En el gráfico N° 20 se observa que los vientos son más persistentes en la dirección SSW (Sur Sur Oeste) con un ángulo de 190°. El promedio de la velocidad del viento es de 0,8 m/s.

La velocidad del viento actúa como un factor de transporte y control de la dispersión de contaminantes atmosféricos. En este caso, los contaminantes se dispersan en el sentido SSW a una velocidad promedio de 0,8 m/s.

4.5.3 Medición mes de Junio

a. Estación Meteorológica Pongor

Cuadro N° 50: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

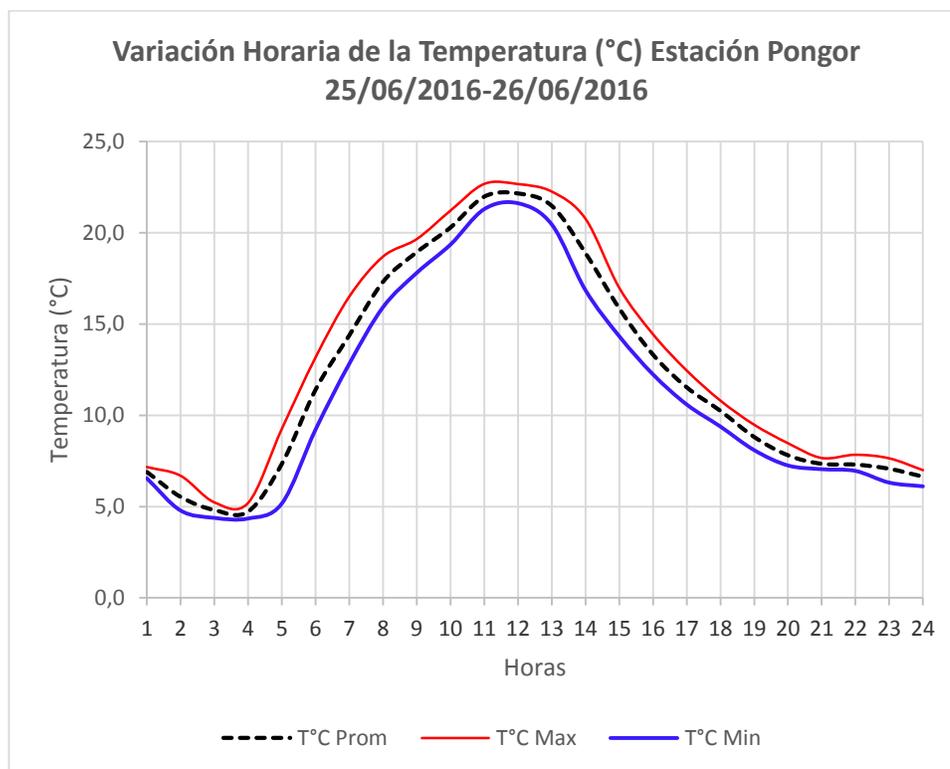
Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 6,9 | 7,2 | 6,6 | 13 | 21,5 | 22,3 | 20,5 |
| 2 | 5,5 | 6,7 | 4,8 | 14 | 18,9 | 20,8 | 16,9 |
| 3 | 4,8 | 5,2 | 4,4 | 15 | 15,9 | 17,0 | 14,3 |
| 4 | 4,7 | 5,2 | 4,3 | 16 | 13,3 | 14,4 | 12,2 |
| 5 | 7,3 | 9,3 | 5,2 | 17 | 11,5 | 12,5 | 10,6 |
| 6 | 11,4 | 13,2 | 9,2 | 18 | 10,2 | 10,8 | 9,4 |
| 7 | 14,4 | 16,5 | 12,8 | 19 | 8,8 | 9,5 | 8,1 |
| 8 | 17,3 | 18,7 | 15,8 | 20 | 7,8 | 8,5 | 7,3 |
| 9 | 18,9 | 19,7 | 17,8 | 21 | 7,3 | 7,7 | 7,0 |
| 10 | 20,3 | 21,2 | 19,4 | 22 | 7,3 | 7,8 | 7,0 |
| 11 | 22,0 | 22,7 | 21,3 | 23 | 7,1 | 7,6 | 6,3 |
| 12 | 22,2 | 22,7 | 21,6 | 24 | 6,6 | 7,0 | 6,1 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 12,2 | 13,1 | 11,2 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 21: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de Temperatura promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 50 y gráfico N° 21.

La temperatura máxima 22,7°C se presenta entre las 11,00 horas y 12,00 horas respectivamente y la mínima de 4,3°C a las 04,00 horas.

La temperatura máxima ocurre por el efecto invernadero normal presente en la atmósfera, y la mínima, a un intercambio de energía entre la atmósfera y la tierra, la atmósfera para calentarse absorbe energía calorífica de la tierra.

El promedio del promedio de temperaturas del día es 12,2 °C, el promedio de las máximas 13,1°C y el promedio de las mínimas 11,2°C.

El aumento de la temperatura favorece la formación de contaminantes secundarios por reacción de contaminantes primarios presentes en la atmósfera.

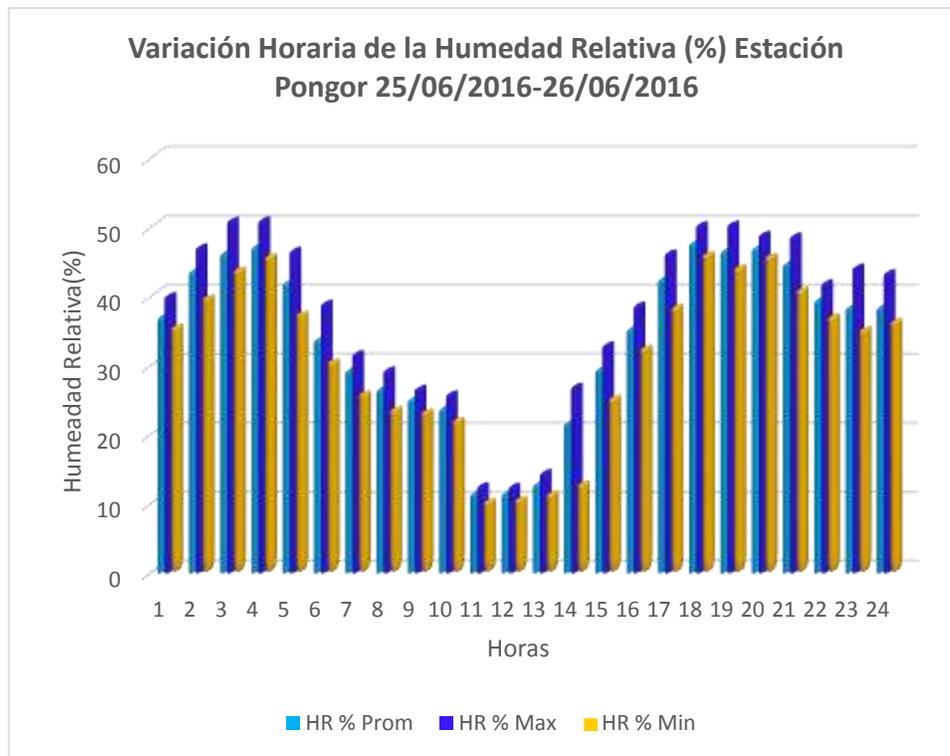
Cuadro N° 51: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 37 | 40 | 35 | 13 | 12 | 14 | 11 |
| 2 | 43 | 47 | 39 | 14 | 21 | 27 | 13 |
| 3 | 46 | 51 | 43 | 15 | 29 | 33 | 25 |
| 4 | 47 | 51 | 45 | 16 | 35 | 38 | 32 |
| 5 | 42 | 46 | 37 | 17 | 42 | 46 | 38 |
| 6 | 33 | 39 | 30 | 18 | 47 | 50 | 46 |
| 7 | 29 | 31 | 26 | 19 | 46 | 50 | 44 |
| 8 | 26 | 29 | 23 | 20 | 47 | 49 | 45 |
| 9 | 25 | 26 | 23 | 21 | 44 | 48 | 41 |
| 10 | 23 | 25 | 22 | 22 | 39 | 42 | 37 |
| 11 | 11 | 12 | 10 | 23 | 38 | 44 | 35 |
| 12 | 11 | 12 | 10 | 24 | 38 | 43 | 36 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 34 | 37 | 31 |

Fuente: CIAD

Gráfico 22: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %
 Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se ve en el cuadro N° 51 y gráfico N° 22. La humedad relativa máxima 51% ocurre entre las 03,00 y 04,00 horas y la mínima del 10% entre las 11,00 y 12,00 horas, respectivamente.

La humedad relativa es máxima puesto que la temperatura del aire a dicha hora es baja, por lo que la densidad del vapor de agua en el aire aumenta; y mínima puesto que la temperatura del aire aumenta por absorción de energía calorífica de la tierra, condición bajo el cual, la densidad del vapor de agua en el aire disminuye. La densidad varía inversamente con la temperatura.

El promedio del promedio de humedades relativas es 34%, el promedio de las máximas 37% y el promedio de las mínimas 31%.

Cuadro N° 52: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

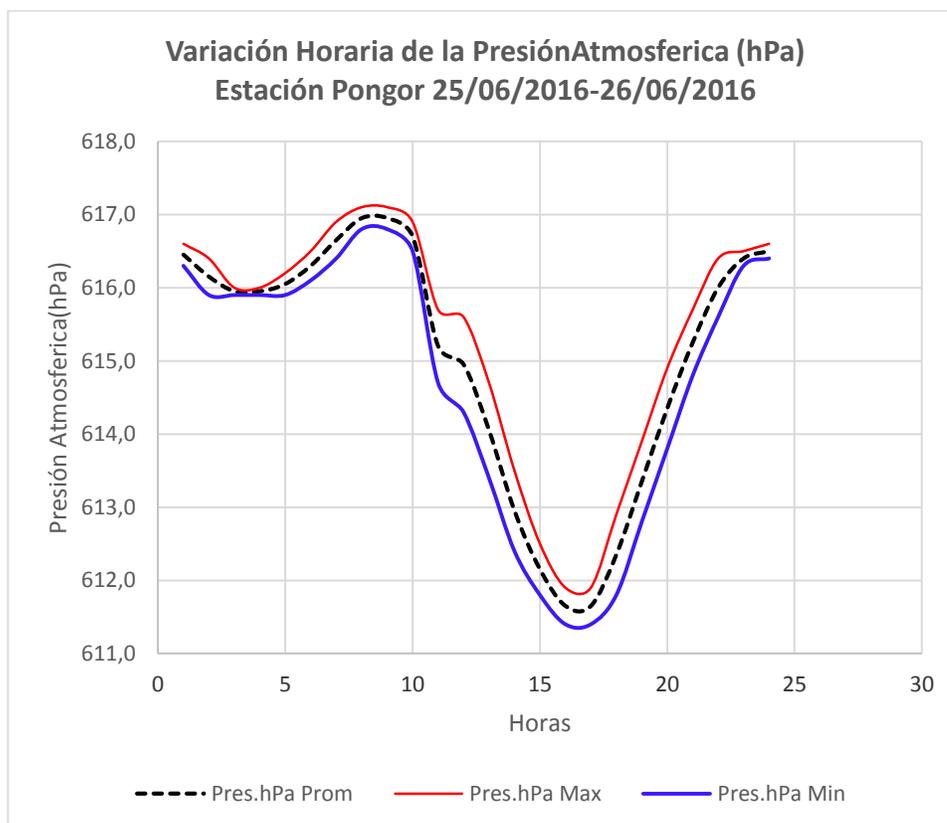
Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|-------------|--------------|------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 616,5 | 616,6 | 616,3 | 13 | 614,1 | 614,7 | 613,4 |
| 2 | 616,2 | 616,4 | 615,9 | 14 | 613,0 | 613,5 | 612,4 |
| 3 | 616,0 | 616,0 | 615,9 | 15 | 612,2 | 612,5 | 611,8 |
| 4 | 616,0 | 616,0 | 615,9 | 16 | 611,7 | 611,9 | 611,4 |
| 5 | 616,1 | 616,2 | 615,9 | 17 | 611,7 | 611,9 | 611,4 |
| 6 | 616,3 | 616,5 | 616,1 | 18 | 612,4 | 612,9 | 611,8 |
| 7 | 616,7 | 616,9 | 616,4 | 19 | 613,4 | 613,9 | 612,8 |
| 8 | 617,0 | 617,1 | 616,8 | 20 | 614,4 | 614,9 | 613,8 |
| 9 | 617,0 | 617,1 | 616,8 | 21 | 615,3 | 615,7 | 614,8 |
| 10 | 616,7 | 616,9 | 616,5 | 22 | 616,0 | 616,4 | 615,6 |
| 11 | 615,2 | 615,7 | 614,7 | 23 | 616,4 | 616,5 | 616,3 |
| 12 | 615,0 | 615,6 | 614,3 | 24 | 616,5 | 616,6 | 616,4 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 615,0 | 615,4 | 614,7 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 23: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hpa

Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 52 y gráfico N° 23.

La presión máxima de 616,9 hPa ocurre a las 07,00 y 10,00 horas y la mínima de 611,4 hPa entre las 16,00 y 17,00 horas. La presión máxima se debe a que la temperatura del aire a esta hora es la más alta y la presión es mínima debido a que la temperatura del aire es la más baja.

El promedio del promedio de las presiones es 615,0 hPa, el promedio de las máximas 615,4 hPa y el promedio de las mínimas 614,7 hPa.

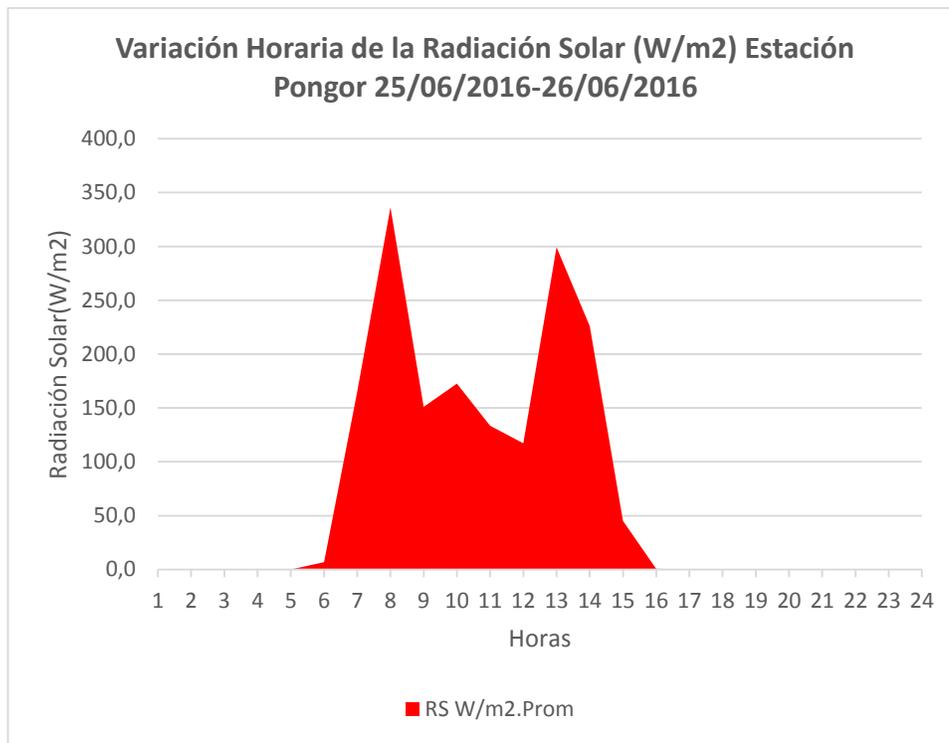
La variación de presiones y temperaturas de la atmósfera son las causantes de la generación de vientos y estos transportan y dispersan los contaminantes presentes en la atmósfera.

Cuadro N° 53: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²
Estación Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 151,0 | 17 | 0,0 |
| 2 | 0,0 | 10 | 172,6 | 18 | 0,0 |
| 3 | 0,0 | 11 | 133,5 | 19 | 0,0 |
| 4 | 0,0 | 12 | 117,2 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 299,3 | 21 | 0,0 |
| 6 | 6,8 | 14 | 226,0 | 22 | 0,0 |
| 7 | 165,1 | 15 | 45,2 | 23 | 0,0 |
| 8 | 336,3 | 16 | 0,6 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 1653,6 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 24: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m^2
Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Radiación Solar diaria en (w/m^2) se observa el cuadro N° 53 y gráfico N° 24. La radiación solar máxima con $336,3 w/m^2$ tiene lugar a las 08,00 horas y las mínimas con $6,8 w/m^2$ y $0,6 w/m^2$ entre las 06,00 y 16,00 horas, respectivamente.

La radiación solar máxima a esta hora se debe a la presencia de nubosidad, porque normalmente ocurre a las 12,00 horas. Las radiaciones solares mínimas normalmente tienen lugar en el orto (salida del sol) y en el ocaso (puesta del sol). La suma total de la radiación solar, es $1653,6 w/m^2$. Esta energía radiante es la que mueve todo el sistema atmósfera – tierra. La radiación solar y la velocidad del viento, determinan la estabilidad de la atmósfera y, por lo tanto, la dispersión de los contaminantes.

Cuadro N° 54: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)

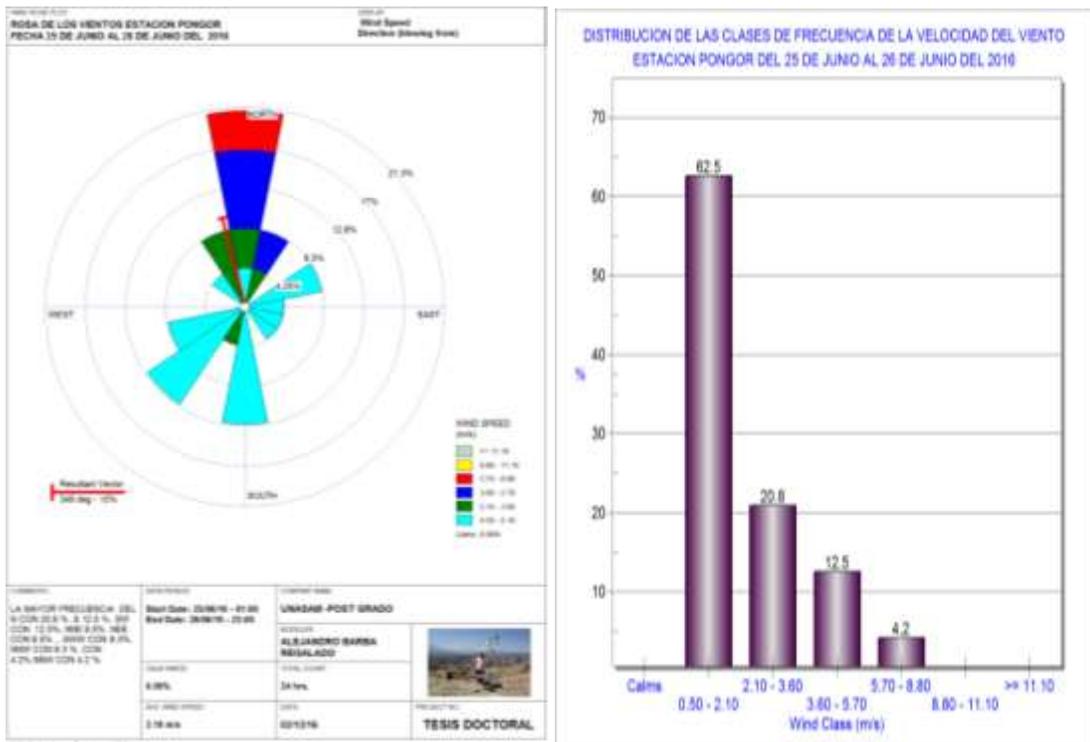
Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 2,2 | 202 | 13 | 3,3 | 30 |
| 2 | 1,0 | 238 | 14 | 3,3 | 8 |
| 3 | 1,1 | 171 | 15 | 1,7 | 349 |
| 4 | 1,2 | 121 | 16 | 2,1 | 344 |
| 5 | 1,5 | 82 | 17 | 2,2 | 337 |
| 6 | 2,0 | 128 | 18 | 1,3 | 252 |
| 7 | 1,9 | 60 | 19 | 1,6 | 236 |
| 8 | 2,0 | 61 | 20 | 1,6 | 231 |
| 9 | 3,7 | 21 | 21 | 1,4 | 221 |
| 10 | 4,2 | 11 | 22 | 1,0 | 171 |
| 11 | 5,7 | 1 | 23 | 1,2 | 311 |
| 12 | 3,6 | 359 | 24 | 1,6 | 169 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 2,2 | N |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 25: Rosa de los Vientos.

Pongor: 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Velocidad y Dirección del Viento se observa en el cuadro N° 54 y gráfico N° 25.

La velocidad máxima de 5,7 m/s se presenta a las 11,00 horas y la mínima de 1,0 m/s entre las 02,00 y 22,00 horas.

Las velocidades de viento se incrementan en horas de la tarde porque hay un intercambio energético entre la tierra y la atmósfera.

Las zonas bajas o valles están más calientes (mayor temperatura) que las zonas altas o cerros que se encuentran fríos (menor temperatura), esta diferencia de temperaturas pone en movimiento a las masas de aire, dando lugar a la formación de vientos.

La dirección del viento (gráfico N° 25) muestra que los vientos con mayor persistencia vienen del N (Norte) con un ángulo de 355°.

b. Estación Meteorológica Local Central

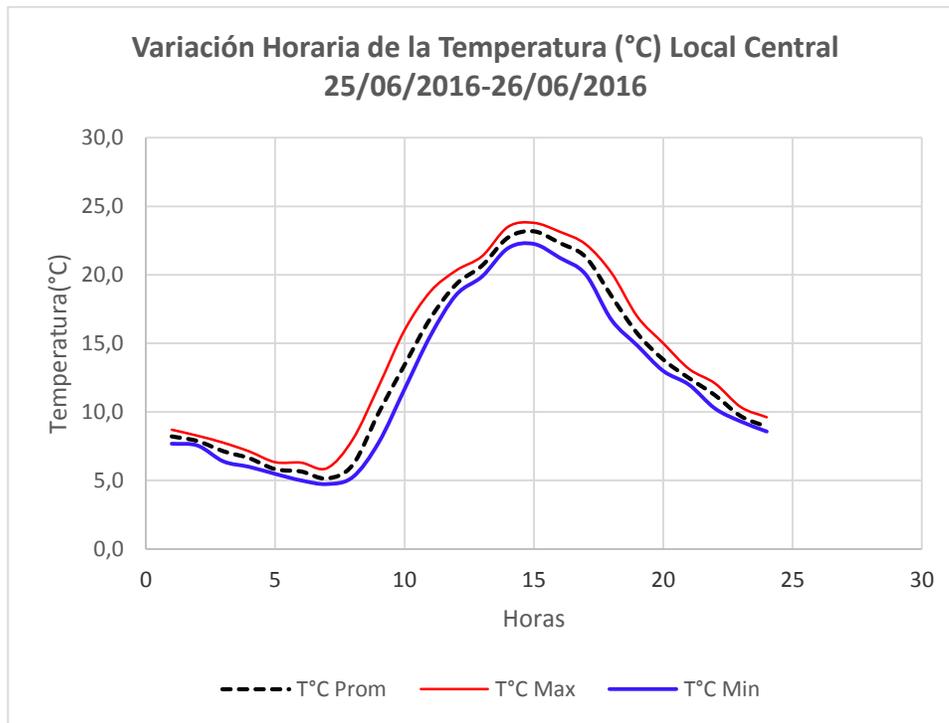
Cuadro N° 55: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 8,2 | 8,7 | 7,7 | 13 | 20,7 | 21,4 | 19,9 |
| 2 | 7,9 | 8,3 | 7,5 | 14 | 22,7 | 23,5 | 21,9 |
| 3 | 7,1 | 7,7 | 6,4 | 15 | 23,2 | 23,8 | 22,3 |
| 4 | 6,6 | 7,1 | 6,0 | 16 | 22,3 | 23,1 | 21,2 |
| 5 | 5,8 | 6,3 | 5,5 | 17 | 21,3 | 22,2 | 20,0 |
| 6 | 5,7 | 6,3 | 5,0 | 18 | 18,5 | 20,1 | 16,7 |
| 7 | 5,2 | 5,9 | 4,7 | 19 | 15,7 | 17,0 | 14,8 |
| 8 | 6,1 | 8,0 | 5,2 | 20 | 13,8 | 15,0 | 13,0 |
| 9 | 9,9 | 11,9 | 7,8 | 21 | 12,5 | 13,1 | 12,0 |
| 10 | 13,4 | 16,0 | 11,7 | 22 | 11,2 | 12,1 | 10,3 |
| 11 | 16,8 | 18,8 | 15,6 | 23 | 9,7 | 10,4 | 9,3 |
| 12 | 19,3 | 20,3 | 18,5 | 24 | 8,9 | 9,6 | 8,6 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 13,0 | 14,0 | 12,1 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 26: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C
Local Central 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de temperatura promedio, máxima y mínima en la estación del local central se muestra en el cuadro N° 55 y gráfico N° 26.

La temperatura máxima con 23,8°C se presenta a las 15,00 horas y la mínima con 4,7°C a las 07,00 horas.

La temperatura máxima se debe al efecto invernadero normal que ocurre en la atmósfera, y la mínima, a un intercambio de energía calorífica la atmósfera.

El promedio del promedio de temperaturas del día es 13,0 °C, el promedio de las máximas 14,0°C y el promedio de las mínimas 12,1°C.

Cuadro N° 56: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

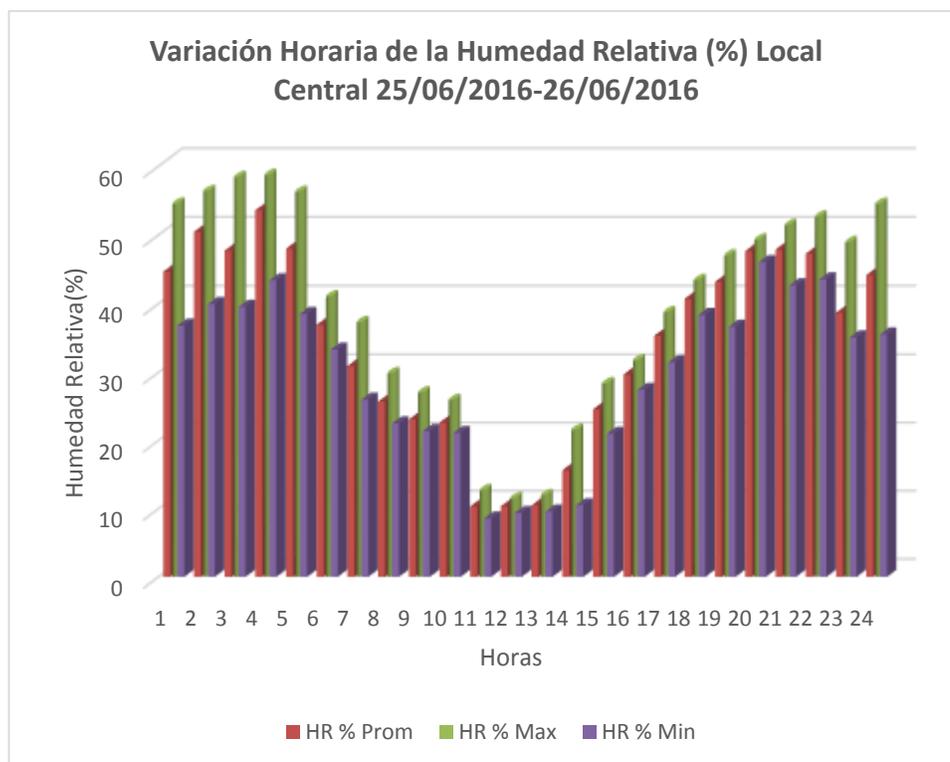
Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 45 | 55 | 37 | 13 | 10 | 12 | 10 |
| 2 | 50 | 56 | 40 | 14 | 16 | 22 | 11 |
| 3 | 48 | 58 | 40 | 15 | 25 | 28 | 21 |
| 4 | 54 | 59 | 43 | 16 | 30 | 32 | 27 |
| 5 | 48 | 56 | 39 | 17 | 35 | 39 | 31 |
| 6 | 37 | 41 | 33 | 18 | 41 | 43 | 38 |
| 7 | 31 | 37 | 26 | 19 | 43 | 47 | 37 |
| 8 | 26 | 30 | 23 | 20 | 48 | 49 | 46 |
| 9 | 23 | 27 | 21 | 21 | 48 | 51 | 43 |
| 10 | 23 | 26 | 21 | 22 | 47 | 53 | 44 |
| 11 | 10 | 13 | 9 | 23 | 39 | 49 | 35 |
| 12 | 10 | 11 | 9 | 24 | 44 | 55 | 36 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 35 | 40 | 30 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 27: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Local Central 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 56 y gráfico N° 27. La humedad relativa máxima con 59% tiene lugar a las 04,00 horas y la mínima con 9% entre las 11,00 y 12,00 horas.

La humedad relativa máxima se debe a que la temperatura del aire a dicha hora es la más baja entonces, la densidad del vapor de agua en el aire aumenta; y la mínima, ocurre por un aumento de la temperatura del aire por absorción de calor del suelo, por lo que, la densidad del vapor de agua en el aire disminuye. La densidad varía inversamente con la temperatura.

El promedio del promedio de las humedades relativas del día es 35%, el promedio de las máximas 40% y el promedio de las mínimas 30%.

La humedad relativa, promueve la disminución de los contaminantes del aire por lavado atmosférico a través de la lluvia.

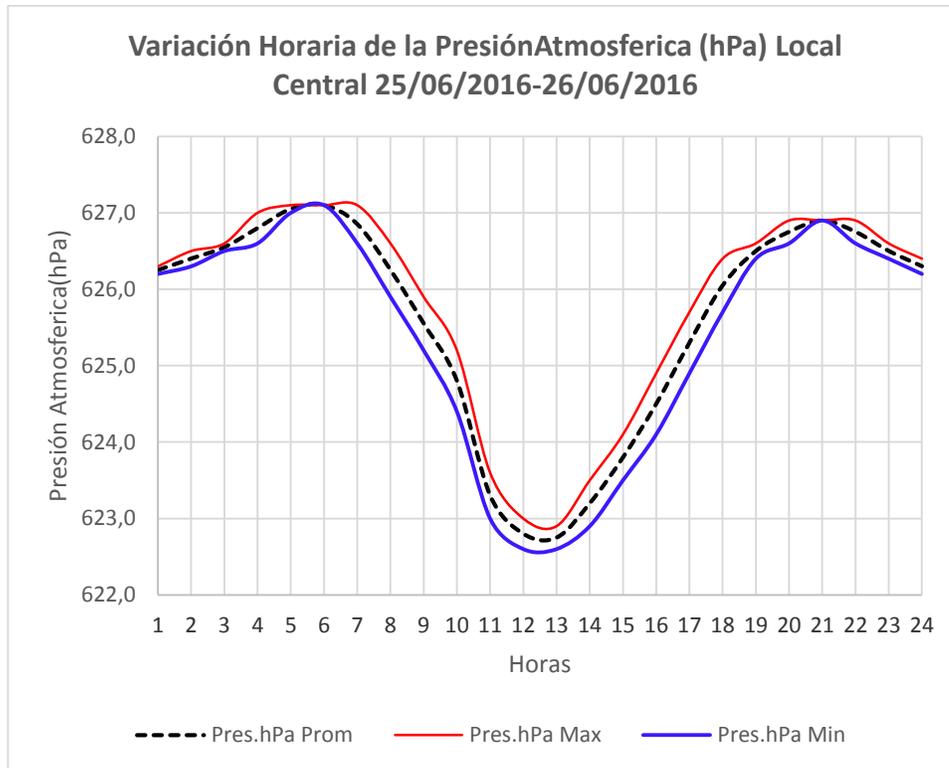
Cuadro N° 57: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 626,3 | 626,3 | 626,2 | 13 | 622,8 | 622,9 | 622,6 |
| 2 | 626,4 | 626,5 | 626,3 | 14 | 623,2 | 623,5 | 622,9 |
| 3 | 626,6 | 626,6 | 626,5 | 15 | 623,8 | 624,1 | 623,5 |
| 4 | 626,8 | 627,0 | 626,6 | 16 | 624,5 | 624,9 | 624,1 |
| 5 | 627,1 | 627,1 | 627,0 | 17 | 625,3 | 625,7 | 624,9 |
| 6 | 627,1 | 627,1 | 627,1 | 18 | 626,1 | 626,4 | 625,7 |
| 7 | 626,9 | 627,1 | 626,6 | 19 | 626,5 | 626,6 | 626,4 |
| 8 | 626,3 | 626,6 | 625,9 | 20 | 626,8 | 626,9 | 626,6 |
| 9 | 625,6 | 625,9 | 625,2 | 21 | 626,9 | 626,9 | 626,9 |
| 10 | 624,8 | 625,2 | 624,2 | 22 | 626,8 | 626,9 | 626,6 |
| 11 | 623,3 | 623,6 | 623,0 | 23 | 626,5 | 626,6 | 626,4 |
| 12 | 622,8 | 623,0 | 622,6 | 24 | 626,3 | 626,4 | 626,2 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 625,6 | 625,8 | 625,4 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 28: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hpa
Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 57 y gráfico N° 28.

La presión máxima de 627,1 hPa se presenta entre las 05,00 a 07,00 horas y la mínima de 622,6 hPa entre las 12,00 y 13,00 horas.

La presión máxima a esta hora se debe a que la temperatura del aire es la más alta y, la mínima debido a que la temperatura del aire en este rango de tiempo es la más baja.

El promedio del promedio de las presiones del día es 625,6 hPa, el promedio de las máximas 625,8 hPa y el promedio de las mínimas 625,4 hPa.

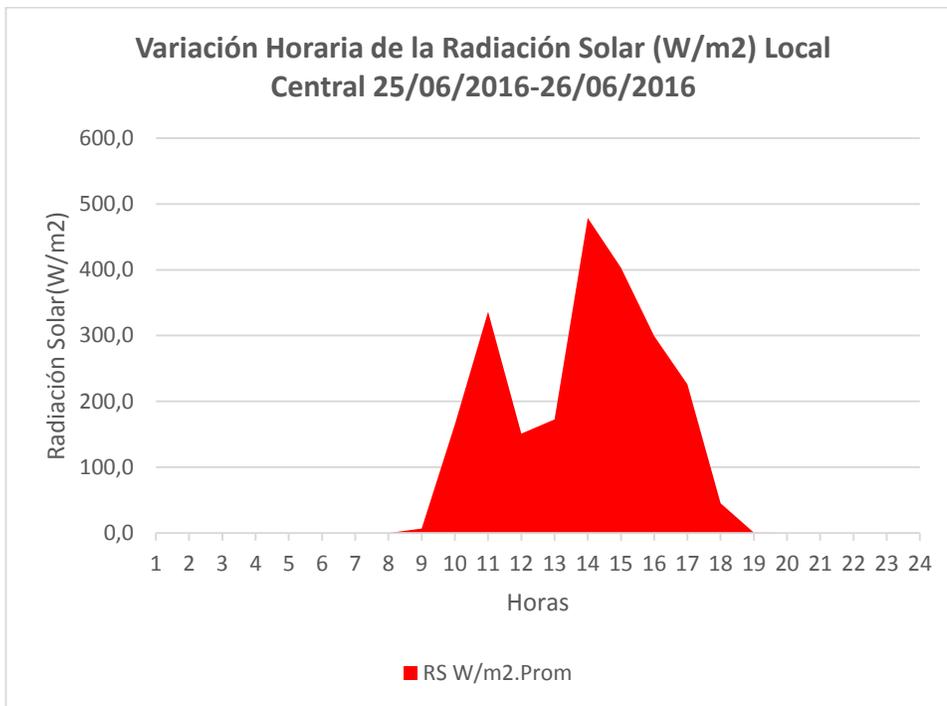
Las gradientes de presión y temperatura en la atmósfera, generan los vientos y estos transportan y dispersan los contaminantes del aire.

Cuadro N° 58: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²
Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 6,8 | 17 | 226,0 |
| 2 | 0,0 | 10 | 165,1 | 18 | 45,2 |
| 3 | 0,0 | 11 | 336,3 | 19 | 0,6 |
| 4 | 0,0 | 12 | 151,0 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 172,6 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 478,7 | 22 | 0,0 |
| 7 | 0,0 | 15 | 403,2 | 23 | 0,0 |
| 8 | 0,0 | 16 | 299,3 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 2284,8 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 29: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²
Local Central 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Radiación Solar en (w/m^2) se observa el cuadro N° 58 y gráfico N° 29.

La radiación solar máxima con $478,7 w/m^2$ ocurre a las 14,00 horas y las mínimas con $6,8$ y $0,6 w/m^2$ a las 09,00 y 19,00 horas respectivamente.

La radiación solar máxima a las 14,00 horas corresponde a una atmósfera con nubosidad, normalmente esto ocurre a las 12,00 horas. Las mínimas normalmente ocurren en el orto (salida del sol) y en el ocaso (puesta del sol). El acumulado de la radiación solar es $2248,8 w/m^2$. Esta energía radiante, es la que mueve todo el sistema atmósfera – tierra.

La radiación solar y la velocidad del viento, determinan la estabilidad de la atmósfera y, por lo tanto, la dispersión de los contaminantes. En una atmósfera estable, los contaminantes presentan baja dispersión y como consecuencia su concentración aumentará.

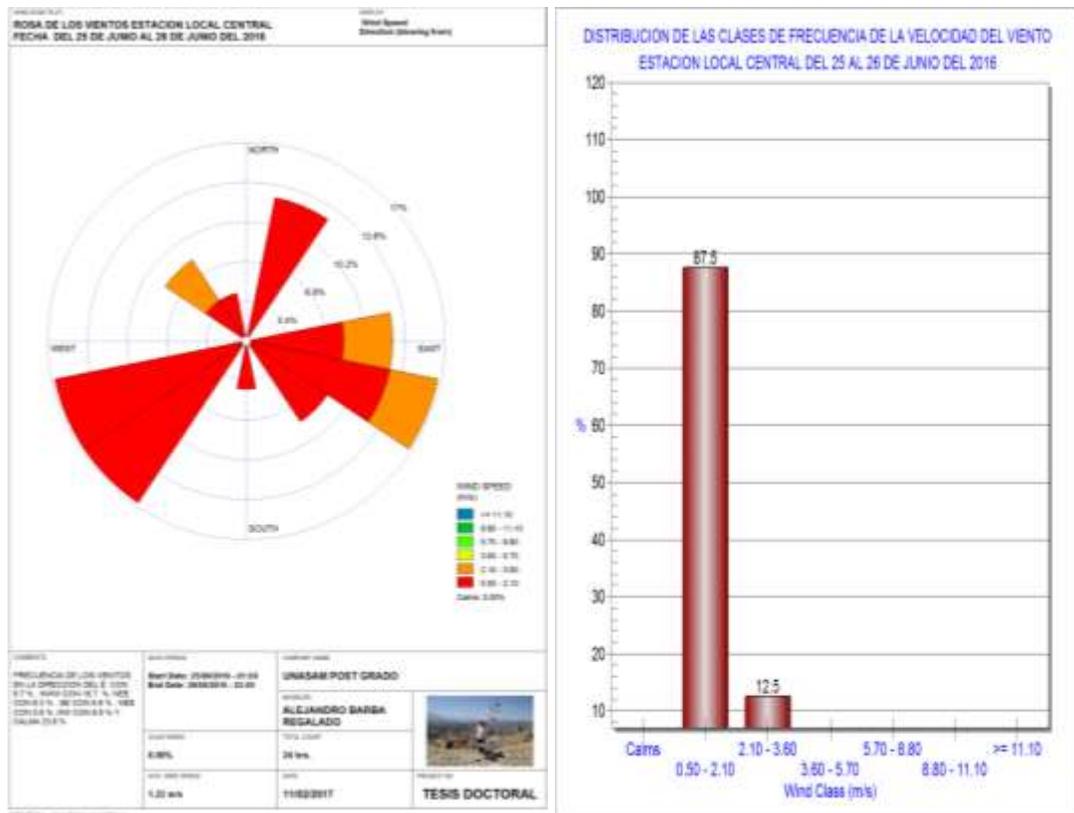
Cuadro N° 59: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)

Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,9 | 214,6 | 13 | 2,3 | 81,0 |
| 2 | 0,9 | 235,9 | 14 | 2,0 | 109,2 |
| 3 | 0,9 | 218,0 | 15 | 1,2 | 101,3 |
| 4 | 1,0 | 228,8 | 16 | 1,3 | 119,8 |
| 5 | 1,0 | 28,5 | 17 | 1,2 | 103,1 |
| 6 | 0,9 | 18,26 | 18 | 0,9 | 135,7 |
| 7 | 0,8 | 332,1 | 19 | 0,6 | 258,3 |
| 8 | 0,9 | 245,0 | 20 | 1,1 | 95,0 |
| 9 | 1,5 | 169,6 | 21 | 0,9 | 247,6 |
| 10 | 1,8 | 140,4 | 22 | 0,7 | 321,2 |
| 11 | 2,4 | 101,5 | 23 | 1,0 | 15,91 |
| 12 | 2,2 | 309,5 | 24 | 0,9 | 257,8 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 1,2 | SSW |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 30: Rosa de los Vientos.
Local Central: 25/06/2016 a 26/06/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Velocidad y Dirección de Viento se observa en el cuadro N° 59 y gráfico N° 30.

La velocidad máxima de 2,4 m/s tiene lugar a las 11,00 horas y la mínima de 0,6 m/s a las 19,00 horas. Las velocidades de viento se incrementan en horas de la tarde, debido al intercambio energético entre la atmósfera y la tierra.

Las zonas bajas o valles están más calientes (mayor temperatura) que las zonas altas o cerros que se encuentran fríos (menor temperatura). Esta diferencia de temperaturas, pone en movimiento a las masas de aire dando lugar a la formación de los vientos.

La dirección de viento no indica de donde a donde los vientos son más persistentes.

En el gráfico N° 30 se observa que los vientos son más persistentes en la dirección SSW (Sur Sur Oeste) con un ángulo de 190°. El promedio de la velocidad del viento es 1,2 m/s.

La velocidad y dirección del Viento actúa como un factor de transporte y control de la dispersión de los contaminantes. Según los resultados, los contaminantes de la atmósfera son transportados en la dirección sur-sur oeste a una velocidad promedio de 1,2 m/s.

4.5.4 Medición mes de Julio

a. Estación Meteorológica Pongor

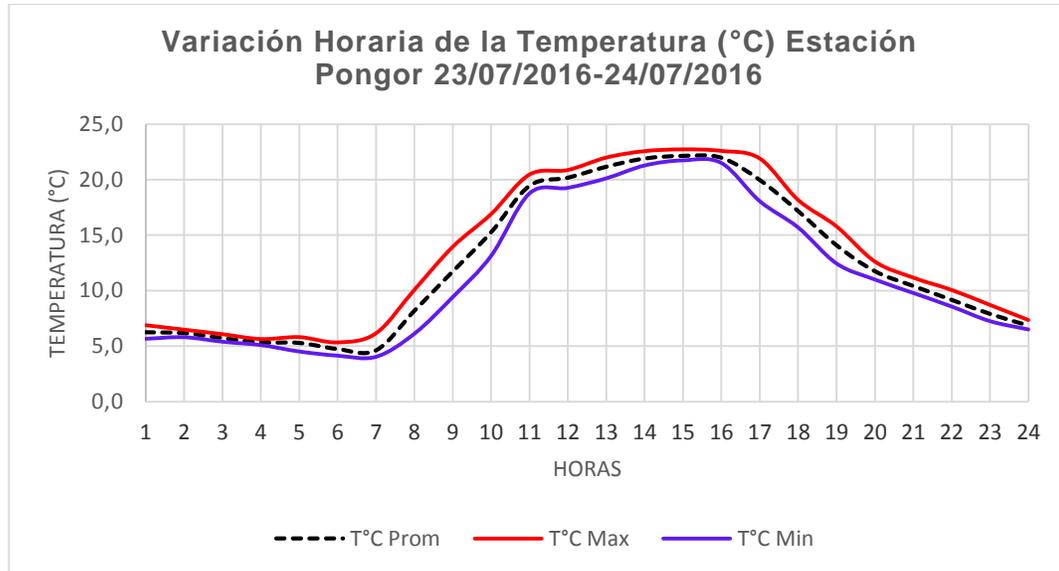
Cuadro N° 60: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 6,3 | 6,9 | 5,7 | 13 | 21,2 | 22,0 | 20,1 |
| 2 | 6,2 | 6,5 | 5,8 | 14 | 21,9 | 22,6 | 21,3 |
| 3 | 5,7 | 6,1 | 5,4 | 15 | 22,2 | 22,7 | 21,7 |
| 4 | 5,3 | 5,6 | 5,1 | 16 | 22,0 | 22,6 | 21,5 |
| 5 | 5,3 | 5,8 | 4,5 | 17 | 20,0 | 21,9 | 18,1 |
| 6 | 4,8 | 5,3 | 4,1 | 18 | 17,2 | 18,2 | 15,7 |
| 7 | 4,6 | 6,2 | 4,0 | 19 | 14,1 | 15,8 | 12,5 |
| 8 | 8,2 | 10,1 | 6,1 | 20 | 11,8 | 12,6 | 11,0 |
| 9 | 11,7 | 14,0 | 9,4 | 21 | 10,4 | 11,2 | 9,8 |
| 10 | 15,3 | 16,9 | 13,1 | 22 | 9,2 | 10,1 | 8,6 |
| 11 | 19,5 | 20,5 | 18,8 | 23 | 7,9 | 8,7 | 7,3 |
| 12 | 20,2 | 20,9 | 19,3 | 24 | 6,9 | 7,4 | 6,5 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 12,4 | 13,3 | 11,5 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 31: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C
Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Temperatura promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 60 y gráfico N° 31.

La temperatura máxima con 22,7°C se presenta a las 15,00 horas con y la mínima con 4,0°C a las 07,00 horas.

La temperatura máxima se debe al efecto invernadero normal que ocurre en la atmósfera, y la mínima, a un intercambio de energía calorífica entre la atmósfera y la tierra. La atmósfera para calentarse absorbe energía calorífica de la tierra.

El promedio del promedio de temperaturas del día es 12,4°C, el promedio de las máximas 13,3°C y el promedio de las mínimas 11,5°C. La temperatura genera condiciones favorables para la formación de contaminantes secundarios por reacción

de los contaminantes primarios presentes en la atmósfera y la descomposición de la materia orgánica.

Cuadro N° 61: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

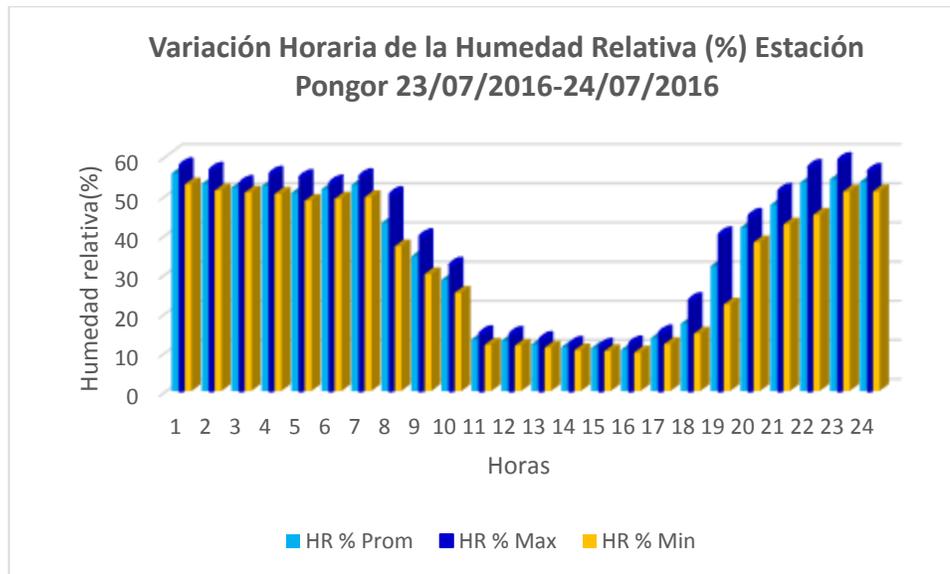
Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 56 | 58 | 53 | 13 | 12 | 13 | 11 |
| 2 | 53 | 56 | 51 | 14 | 11 | 12 | 10 |
| 3 | 52 | 53 | 51 | 15 | 11 | 12 | 10 |
| 4 | 52 | 55 | 50 | 16 | 11 | 12 | 10 |
| 5 | 51 | 55 | 49 | 17 | 14 | 15 | 12 |
| 6 | 52 | 53 | 49 | 18 | 17 | 23 | 15 |
| 7 | 53 | 55 | 50 | 19 | 32 | 40 | 22 |
| 8 | 43 | 50 | 37 | 20 | 42 | 45 | 38 |
| 9 | 34 | 39 | 30 | 21 | 48 | 51 | 43 |
| 10 | 28 | 32 | 25 | 22 | 53 | 57 | 45 |
| 11 | 13 | 15 | 12 | 23 | 54 | 59 | 51 |
| 12 | 13 | 15 | 12 | 24 | 53 | 56 | 51 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 36 | 39 | 33 |

Fuente: CIA

Gráfico N° 32: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se ve en el cuadro N° 61 y gráfico N° 32.

La humedad relativa máxima de 59% a las 23,00 horas y la mínima del 10% entre las 14,00 a 16,00 horas.

La humedad relativa máxima ocurre cuando la temperatura del aire es baja, entonces, la densidad del vapor de agua en el aire aumenta; y la HR mínima, cuando aumenta la temperatura del aire, por absorción de calor de la superficie terrestre, en este caso, la densidad del vapor de agua en el aire disminuye. La densidad varía en forma inversa con la temperatura.

El promedio del promedio de humedades relativas del día es 36%, el promedio de las máximas 39% y el promedio de las mínimas 33%.

La humedad relativa, promueve la disminución de los contaminantes del aire por lavado atmosférico y acelera la descomposición de la materia orgánica.

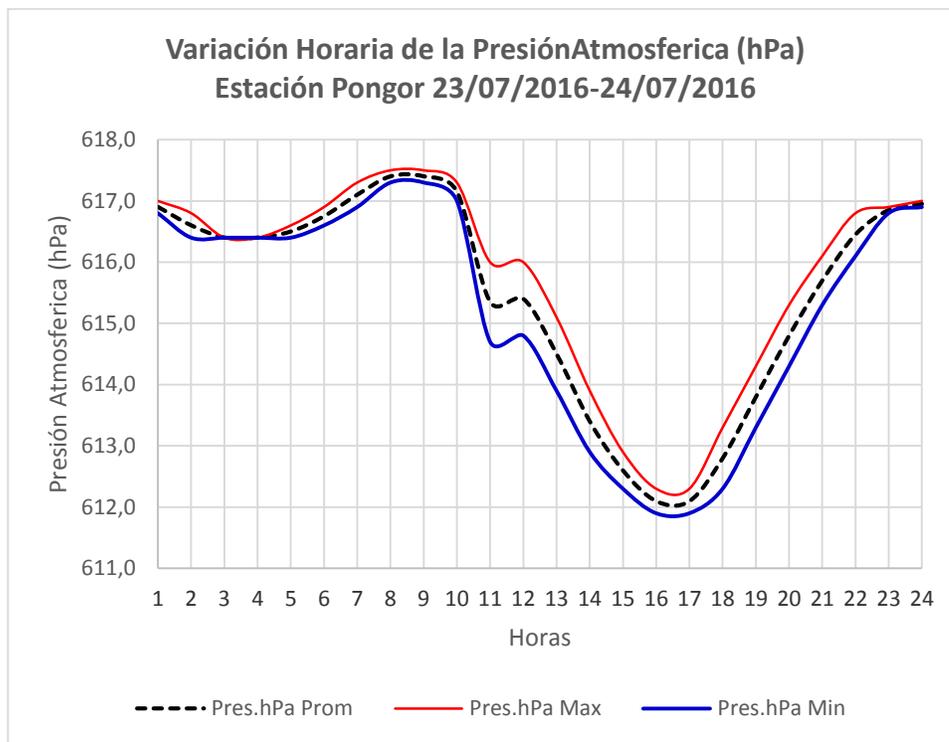
Cuadro N° 62: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 616,9 | 617,0 | 616,8 | 13 | 614,5 | 615,1 | 613,9 |
| 2 | 616,6 | 616,8 | 616,4 | 14 | 613,4 | 613,9 | 612,9 |
| 3 | 616,4 | 616,4 | 616,4 | 15 | 612,6 | 612,9 | 612,3 |
| 4 | 616,4 | 616,4 | 616,4 | 16 | 612,1 | 612,3 | 611,9 |
| 5 | 616,5 | 616,6 | 616,4 | 17 | 612,1 | 612,3 | 611,9 |
| 6 | 616,8 | 616,9 | 616,6 | 18 | 612,8 | 613,3 | 612,3 |
| 7 | 617,1 | 617,3 | 616,9 | 19 | 613,8 | 614,3 | 613,3 |
| 8 | 617,4 | 617,5 | 617,3 | 20 | 614,8 | 615,3 | 614,3 |
| 9 | 617,4 | 617,5 | 617,3 | 21 | 615,7 | 616,1 | 615,3 |
| 10 | 617,2 | 617,3 | 617,0 | 22 | 616,5 | 616,8 | 616,1 |
| 11 | 615,4 | 616,0 | 614,7 | 23 | 616,9 | 616,9 | 616,8 |
| 12 | 615,4 | 616,0 | 614,8 | 24 | 617,0 | 617,0 | 616,9 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 615,5 | 615,7 | 615,2 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 33: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hpa
Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 62 y gráfico N° 33.

La presión máxima de 617,5 hPa ocurre entre las 08,00; a 09,00 horas y la mínima de 611,9 hPa entre las 16,00 a 17,00 horas.

La presión atmosférica máxima se debe a que la temperatura del aire a esta hora es la más alta y la mínima debido dicha temperatura es la más baja.

El promedio del promedio de las presiones del día es 615,5 hPa, el promedio de las máximas 615,7 hPa y el promedio de las mínimas 615,2 hPa.

La variación de la presión y la temperatura de la atmósfera, producen los vientos los mismos dispersan los contaminantes.

Cuadro N° 63: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²

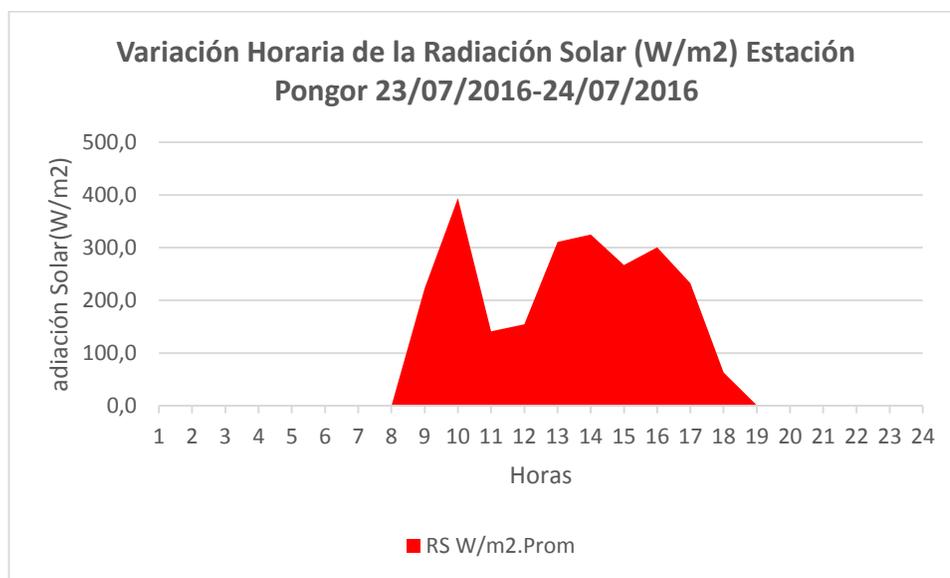
Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 223,0 | 17 | 232,5 |
| 2 | 0,0 | 10 | 393,9 | 18 | 63,2 |
| 3 | 0,0 | 11 | 141,2 | 19 | 1,0 |
| 4 | 0,0 | 12 | 154,6 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 310,8 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 324,9 | 22 | 0,0 |
| 7 | 0,0 | 15 | 267,0 | 23 | 0,0 |
| 8 | 0,0 | 16 | 300,6 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 2412,7 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 34: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²

Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Radiación Solar en (w/m²) se observa en el cuadro N° 63 y gráfico N° 34.

La radiación solar máxima con 393,9 w/m² tiene lugar a las 10,00 horas y las mínimas con 223,0 w/m² y 01,0 w/m² a las 09,00 y 19,00 horas, respectivamente.

La radiación solar máxima a esta hora se debe a la presencia de nubosidad en la atmósfera, normalmente esta radiación debe producirse a las 12,00 horas.

Las radiaciones solares mínimas normalmente ocurren en el orto (salida del sol) y en el ocaso (puesta del sol).

La suma total de la radiación solar es 2412,7 w/m². Esta energía radiante es la que mueve todo el sistema atmósfera – tierra.

La radiación solar y la velocidad del viento, determinan la estabilidad de la atmósfera y por lo tanto, la dispersión de los contaminantes.

En una atmósfera estable, los contaminantes presentan baja dispersión y como consecuencia, la concentración de éstos en la atmósfera aumentará. Entonces, es conveniente la presencia de una atmósfera inestable que una estable para que ocurra una buena dispersión de contaminantes.

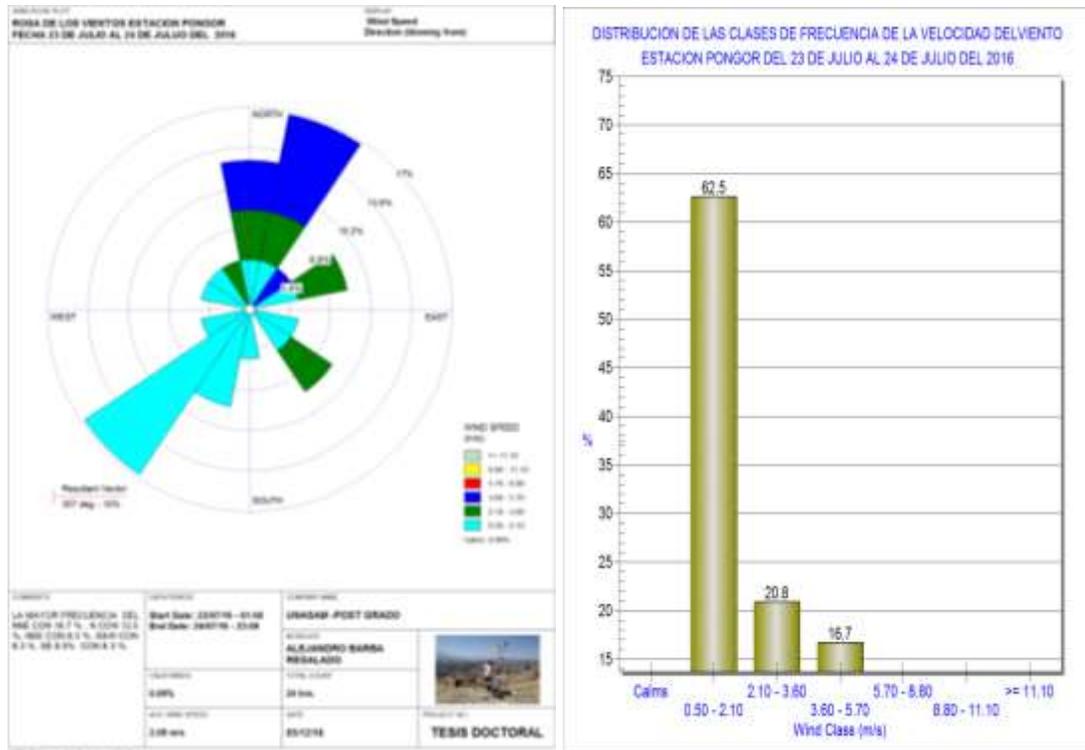
Cuadro N° 64: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)

Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 1,3 | 218 | 13 | 5,5 | 14 |
| 2 | 1,0 | 226 | 14 | 4,8 | 25 |
| 3 | 0,9 | 220 | 15 | 4,3 | 351 |
| 4 | 1,3 | 184 | 16 | 2,4 | 339 |
| 5 | 1,1 | 208 | 17 | 2,7 | 349 |
| 6 | 1,2 | 205 | 18 | 1,5 | 57 |
| 7 | 1,1 | 102 | 19 | 1,3 | 0 |
| 8 | 2,0 | 126 | 20 | 1,6 | 14 |
| 9 | 2,2 | 134 | 21 | 1,6 | 293 |
| 10 | 2,1 | 60 | 22 | 0,7 | 307 |
| 11 | 2,5 | 13 | 23 | 1,2 | 240 |
| 12 | 4,2 | 37 | 24 | 1,5 | 234 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 2,1 | NNE |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 35: Rosa de los Vientos.
 Pongor: 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La Velocidad y Dirección de Viento se observa en el cuadro N° 64 y gráfico N° 35. La velocidad máxima de viento de 5,5 m/s se presenta a las 13,00 horas y la mínima de 0,7 m/s a las 22,00 horas. Las velocidades de viento se incrementan en horas de la tarde por intercambio energético entre la atmósfera y la tierra. Las zona bajas o valles están más calientes que las zonas altas o cerros que se encuentran fríos, esta diferencia de temperaturas pone en movimiento a las masas de aire, formando los vientos. El gráfico N° 35 muestra que los vientos con mayor persistencia vienen del NNE (Nor Nor Este) con un ángulo de 23°, a una velocidad promedio de 2,1 m/s.

b. Estación Meteorológica Local Central

Cuadro N° 65: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

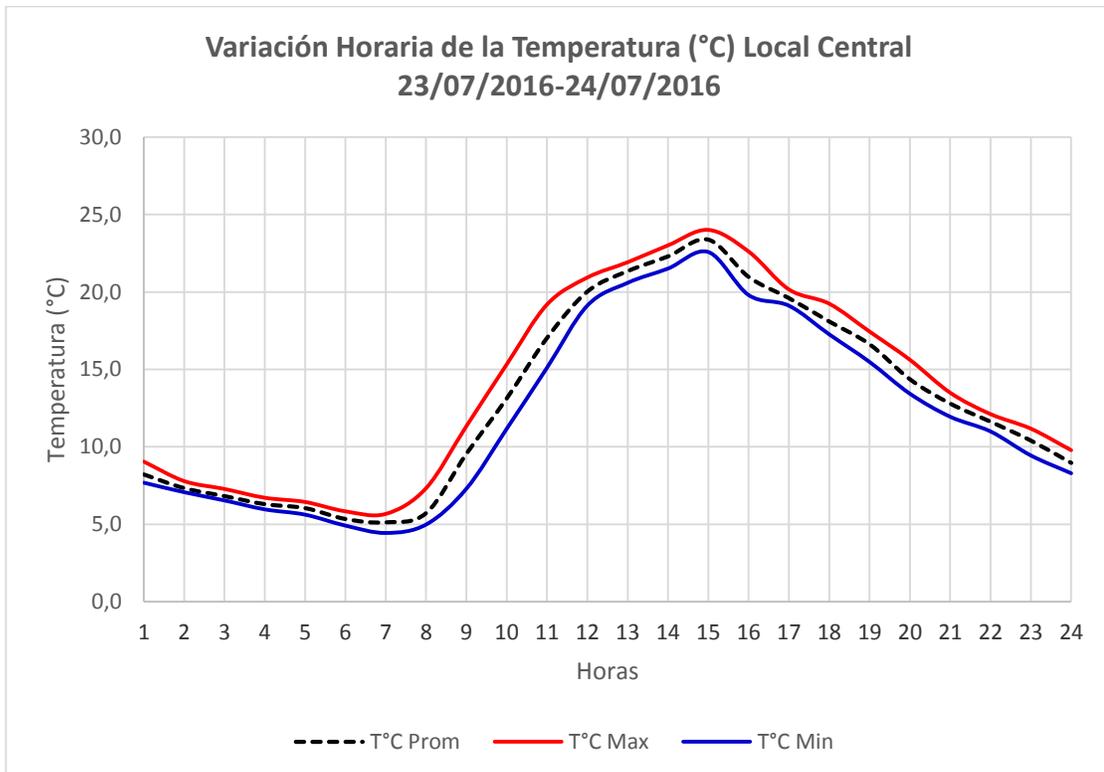
Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 8,2 | 9,0 | 7,7 | 13 | 21,3 | 21,9 | 20,6 |
| 2 | 7,3 | 7,8 | 7,1 | 14 | 22,3 | 23,0 | 21,5 |
| 3 | 6,8 | 7,3 | 6,5 | 15 | 23,4 | 24,0 | 22,6 |
| 4 | 6,3 | 6,7 | 6,0 | 16 | 21,0 | 22,6 | 19,8 |
| 5 | 6,0 | 6,4 | 5,6 | 17 | 19,6 | 20,2 | 19,1 |
| 6 | 5,3 | 5,8 | 4,9 | 18 | 18,1 | 19,2 | 17,3 |
| 7 | 5,1 | 5,7 | 4,4 | 19 | 16,6 | 17,4 | 15,5 |
| 8 | 5,7 | 7,3 | 5,0 | 20 | 14,4 | 15,6 | 13,4 |
| 9 | 9,5 | 11,3 | 7,3 | 21 | 12,8 | 13,5 | 11,9 |
| 10 | 13,1 | 15,3 | 11,2 | 22 | 11,6 | 12,1 | 11,0 |
| 11 | 17,0 | 19,2 | 15,1 | 23 | 10,4 | 11,2 | 9,4 |
| 12 | 20,0 | 20,9 | 19,1 | 24 | 9,0 | 9,8 | 8,3 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 13,0 | 13,9 | 12,1 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 36: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Local Central 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La Temperatura promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 65 y gráfico N° 36. La temperatura máxima de 24,0°C ocurre a las 15,00 horas y la mínima de 4,4°C a las 07,00 horas. El promedio del promedio de temperaturas es 13,0 °C, el promedio de las máximas 13,9°C y de las mínimas 12,1°C.

Cuadro N° 66: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

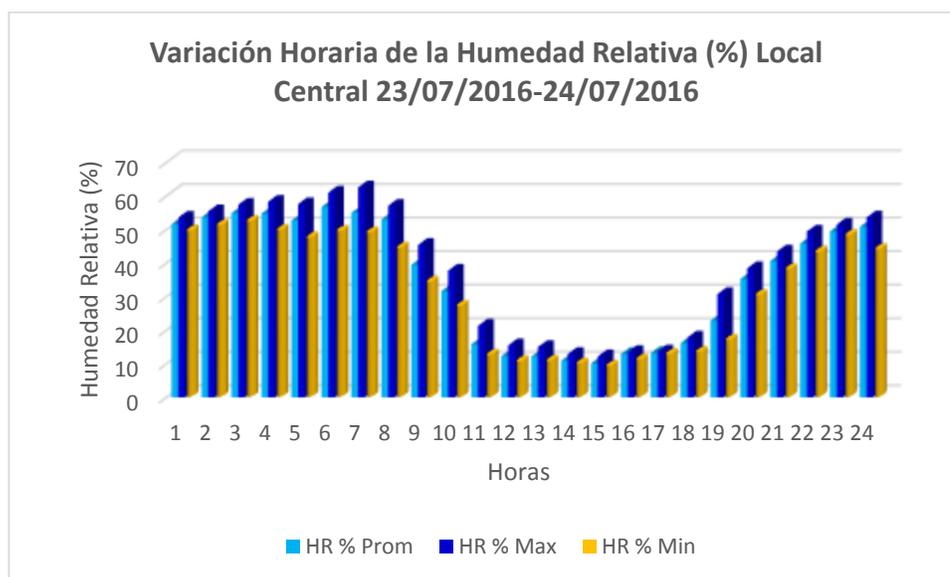
Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 52 | 54 | 50 | 13 | 12 | 15 | 11 |
| 2 | 54 | 55 | 51 | 14 | 11 | 13 | 10 |
| 3 | 55 | 57 | 52 | 15 | 10 | 12 | 9 |
| 4 | 55 | 58 | 50 | 16 | 13 | 13 | 11 |
| 5 | 53 | 58 | 48 | 17 | 13 | 14 | 13 |
| 6 | 57 | 61 | 49 | 18 | 16 | 18 | 13 |
| 7 | 55 | 63 | 49 | 19 | 23 | 31 | 17 |
| 8 | 53 | 57 | 44 | 20 | 35 | 38 | 30 |
| 9 | 40 | 45 | 34 | 21 | 41 | 43 | 38 |
| 10 | 32 | 38 | 27 | 22 | 46 | 49 | 43 |
| 11 | 16 | 21 | 13 | 23 | 49 | 51 | 48 |
| 12 | 12 | 15 | 11 | 24 | 51 | 54 | 44 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 36 | 39 | 32 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 37: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Local Central 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 66 y gráfico N° 37.

La humedad relativa máxima con 63% se presenta a las 07,00 horas y la mínima con 9% a las 15,00 horas. La humedad relativa máxima se debe a que la temperatura del aire es baja; entonces, la densidad del vapor de agua en el aire aumenta; y la mínima al aumento de la temperatura del aire por absorción de calor de la tierra, dando lugar, a que la densidad del vapor de agua en el aire disminuya.

El promedio del promedio de las humedades relativas del día es 36%, el promedio de las máximas 39% y el promedio de las mínimas 32%.

La humedad relativa, promueve la disminución de los contaminantes del aire por lavado atmosférico a través de la precipitación de la lluvia.

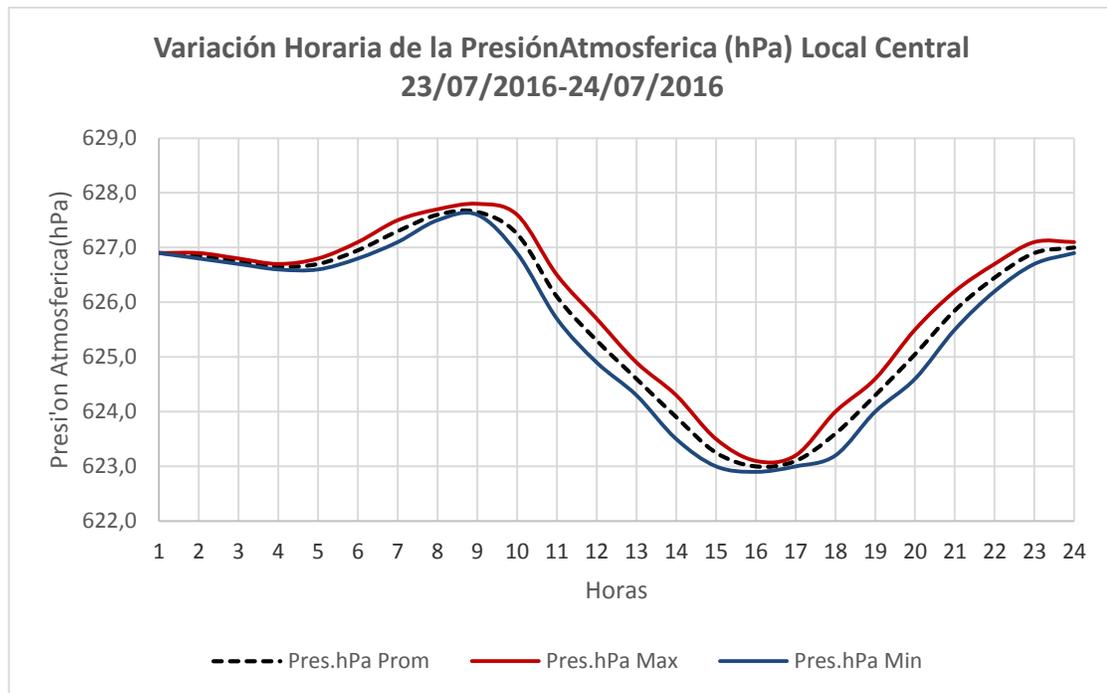
Cuadro N° 67: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 626,9 | 626,9 | 626,9 | 13 | 624,6 | 624,9 | 624,3 |
| 2 | 626,9 | 626,9 | 626,8 | 14 | 623,9 | 624,3 | 623,5 |
| 3 | 626,8 | 626,8 | 626,7 | 15 | 623,3 | 623,5 | 623,0 |
| 4 | 626,7 | 626,7 | 626,6 | 16 | 623,0 | 623,1 | 622,9 |
| 5 | 626,7 | 626,8 | 626,6 | 17 | 623,1 | 623,2 | 623,0 |
| 6 | 627,0 | 627,1 | 626,8 | 18 | 623,6 | 624,0 | 623,2 |
| 7 | 627,3 | 627,5 | 627,1 | 19 | 624,3 | 624,6 | 624,0 |
| 8 | 627,6 | 627,7 | 627,5 | 20 | 625,1 | 625,5 | 624,6 |
| 9 | 627,7 | 627,8 | 627,6 | 21 | 625,9 | 626,2 | 625,5 |
| 10 | 627,3 | 627,6 | 626,9 | 22 | 626,5 | 626,7 | 626,2 |
| 11 | 626,1 | 626,5 | 625,7 | 23 | 626,9 | 627,1 | 626,7 |
| 12 | 625,3 | 625,7 | 624,9 | 24 | 627,0 | 627,1 | 626,9 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 625,8 | 626,0 | 625,6 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 38: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hpa
Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 67 y gráfico N° 38.

La presión máxima de 627,8 hPa se presenta a las 09,00 horas y la mínima de 622,9 hPa a las 16,00 horas.

La presión máxima se debe a que la temperatura del aire es alta y, la mínima a que la temperatura del aire es baja.

El promedio del promedio de presiones del día es 625,8 hPa, el promedio de las máximas 626,0 hPa y el promedio de las mínimas 625,6 hPa.

Las gradientes de presión y temperatura en la atmósfera, generan los vientos y estos dispersan los contaminantes.

Cuadro N° 68: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²

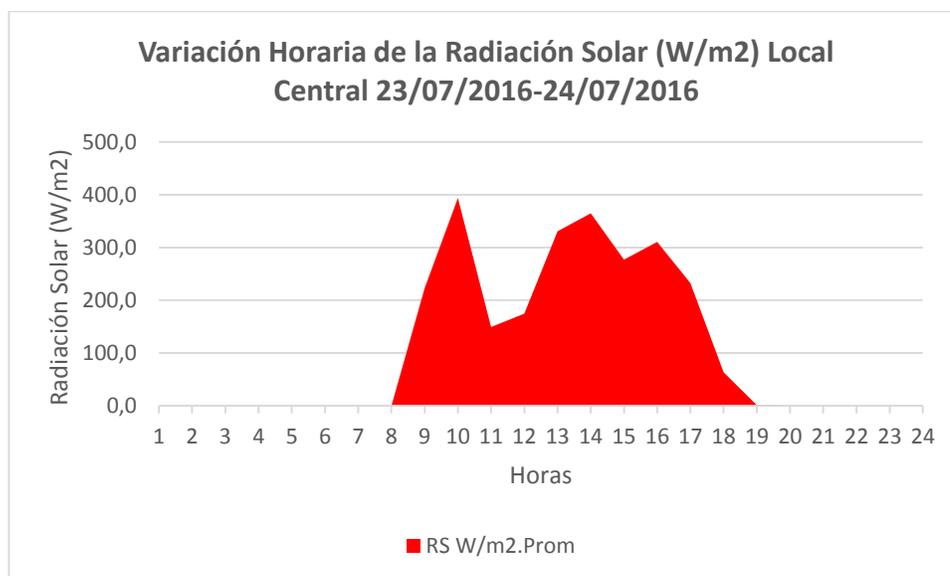
Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 223,0 | 17 | 232,5 |
| 2 | 0,0 | 10 | 393,9 | 18 | 63,2 |
| 3 | 0,0 | 11 | 149,2 | 19 | 1,0 |
| 4 | 0,0 | 12 | 174,6 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 330,8 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 364,9 | 22 | 0,0 |
| 7 | 0,0 | 15 | 277,0 | 23 | 0,0 |
| 8 | 0,0 | 16 | 310,6 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 2520,7 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 39: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²

Local Central 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Radiación Solar en vatios por metro cuadrado (w/m²) se observa en el cuadro N° 68 y gráfico N° 39.

La radiación solar máxima con 393,9 w/m² ocurre a las 10,00 horas y las mínimas con 223,0 y 1,0 w/m² a las 09,00 y 19,00 horas, respectivamente.

La radiación solar máxima a las 10,00 horas corresponde a una atmósfera con nubosidad puesto que normalmente esto ocurre a las 12,00 horas. Las mínimas normalmente ocurren en el orto (salida del sol) y en el ocaso (puesta del sol), el acumulado de la radiación solar es 2520,7 w/m². Esta energía radiante es la que mueve todo el sistema atmósfera – tierra.

Las variaciones de la radiación solar y la velocidad del viento, son dos factores importantes que determinan la estabilidad de la atmósfera y, por lo tanto, la dispersión de los contaminantes depende de dichos factores.

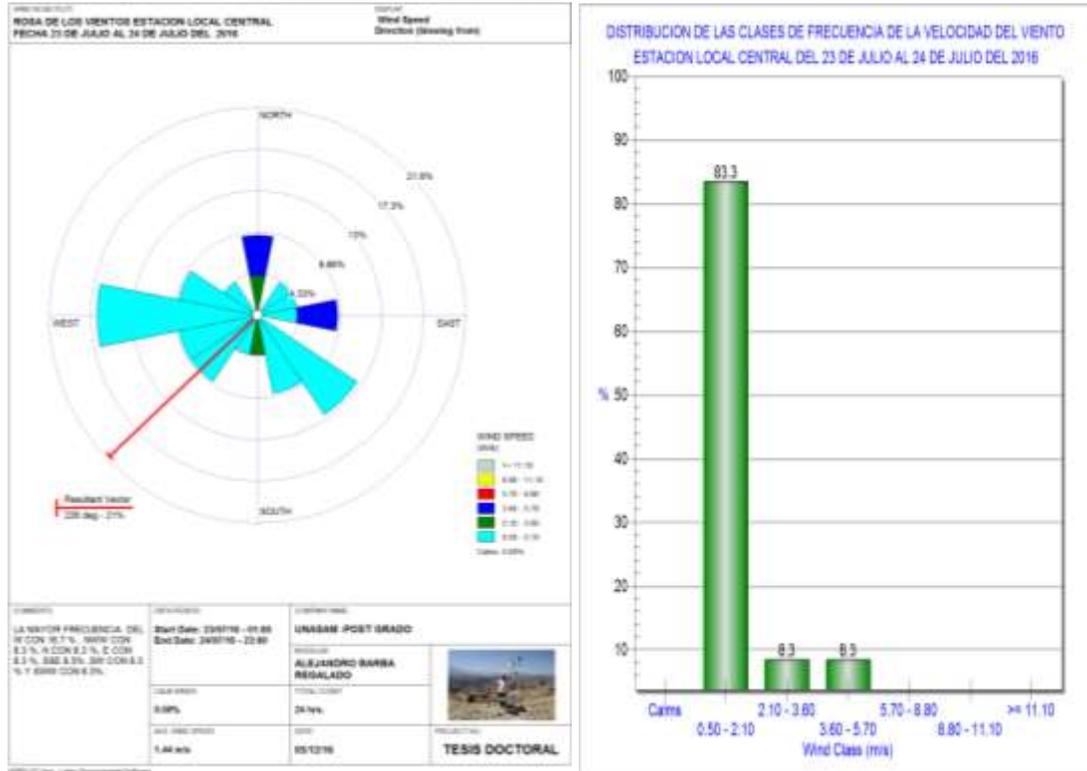
En una atmósfera estable, los contaminantes del aire presentan baja dispersión y como consecuencia, la concentración de los contaminantes aumentará.

Cuadro N° 69: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)
Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,9 | 279,2 | 13 | 2,0 | 138,1 |
| 2 | 1,1 | 250,3 | 14 | 2,1 | 170,7 |
| 3 | 1,0 | 238 | 15 | 1,8 | 139,5 |
| 4 | 0,9 | 263,4 | 16 | 3,7 | 97,7 |
| 5 | 1,0 | 267,6 | 17 | 4,3 | 52,43 |
| 6 | 0,8 | 234,8 | 18 | 2,9 | 98 |
| 7 | 1,0 | 289,2 | 19 | 1,1 | 88,8 |
| 8 | 1,0 | 258,7 | 20 | 1,3 | 71,34 |
| 9 | 1,0 | 204,1 | 21 | 0,8 | 162,8 |
| 10 | 0,9 | 318,6 | 22 | 0,8 | 47,91 |
| 11 | 1,1 | 298,9 | 23 | 0,8 | 148,4 |
| 12 | 1,4 | 133,2 | 24 | 0,9 | 215,2 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 1,4 | SSW |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 40: Rosa de los Vientos.
Local Central: 23/07/2016 a 24/07/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Velocidad y Dirección de Viento se observan en el cuadro N° 69 y gráfico N° 40. La velocidad máxima de viento de 2,9 m/s se presenta a las 18,00 horas y la mínima de 0,8 m/s a las 06,00 horas y entre las 21,00 a 23,00 horas, respectivamente. Las zonas bajas o valles están más calientes que las zonas altas o cerros que se encuentran fríos. Esta diferencia de temperaturas, pone en movimiento a las masas de aire dando lugar a la formación de los vientos. El gráfico N° 40 muestra que los vientos son más persistentes en la dirección SSW (Sur Sur Oeste) con un ángulo de 265°, el promedio de la velocidad del viento es de 1,4 m/s.

4.5.5 Medición mes de Agosto

a. Estación Meteorológica Pongor

Cuadro N° 70: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

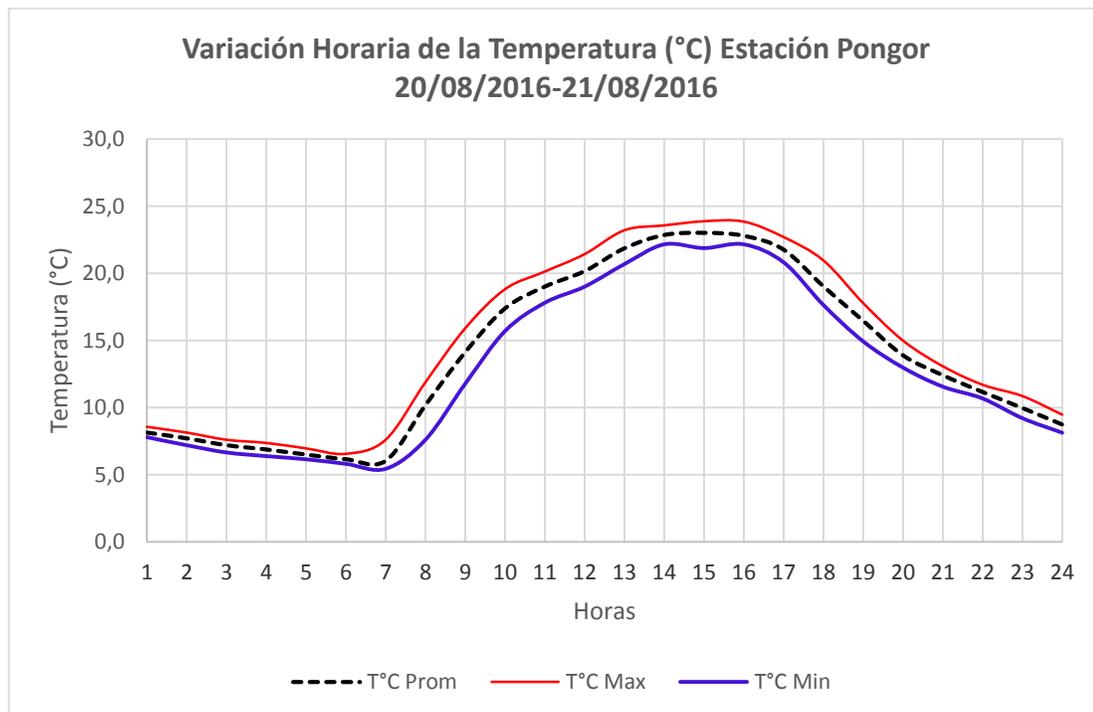
Pongor: (20/08/2016 a 21/08/2016)

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 8,2 | 8,6 | 7,8 | 13 | 21,9 | 23,2 | 20,7 |
| 2 | 7,7 | 8,1 | 7,2 | 14 | 22,9 | 23,6 | 22,2 |
| 3 | 7,2 | 7,6 | 6,7 | 15 | 23,0 | 23,9 | 21,9 |
| 4 | 6,9 | 7,4 | 6,4 | 16 | 22,8 | 23,9 | 22,2 |
| 5 | 6,5 | 7,0 | 6,2 | 17 | 21,8 | 22,7 | 20,8 |
| 6 | 6,2 | 6,6 | 5,8 | 18 | 19,0 | 21,0 | 17,6 |
| 7 | 6,1 | 7,6 | 5,4 | 19 | 16,5 | 17,8 | 14,9 |
| 8 | 10,2 | 11,9 | 7,6 | 20 | 13,9 | 15,0 | 13,0 |
| 9 | 14,1 | 15,9 | 11,8 | 21 | 12,4 | 13,1 | 11,6 |
| 10 | 17,4 | 18,8 | 15,7 | 22 | 11,2 | 11,7 | 10,7 |
| 11 | 19,0 | 20,1 | 17,8 | 23 | 10,0 | 10,9 | 9,2 |
| 12 | 20,2 | 21,4 | 19,0 | 24 | 8,8 | 9,5 | 8,1 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 13,9 | 14,9 | 12,9 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 41: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Pongor: (20/08/2016 a 21/08/2016)



Fuente: CIAD

La variación de la Temperatura promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 70 y gráfico N° 41.

La temperatura máxima con 23,9°C tiene lugar entre las 15,00 y 16,00 horas y la mínima con 5,4°C a las 07,00 horas. La temperatura máxima se alcanza por el efecto invernadero normal que ocurre en la atmósfera y la mínima, por un intercambio de energía entre la tierra y la atmósfera.

El promedio del promedio de temperaturas del día es 13,9°C, el promedio de las máximas 14,9°C y el promedio de las mínimas 12,9°C.

La temperatura genera condiciones favorables para la formación de contaminantes secundarios por reacción de los primarios presentes en la atmósfera.

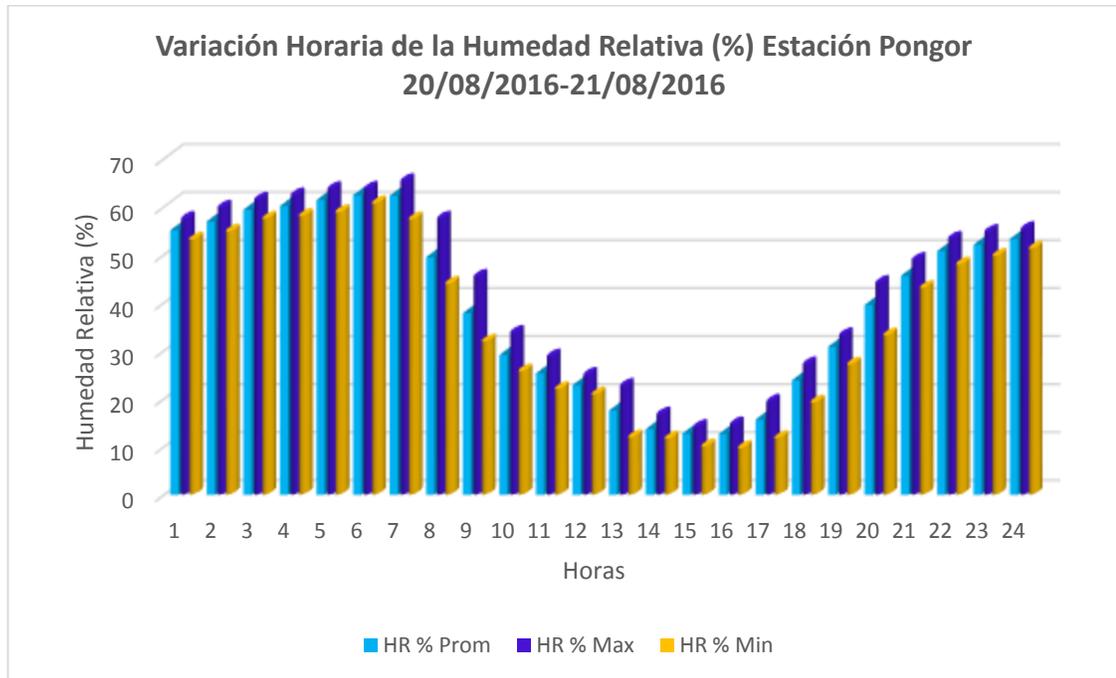
Cuadro N° 71: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 55 | 57 | 53 | 13 | 18 | 23 | 12 |
| 2 | 57 | 60 | 55 | 14 | 14 | 17 | 12 |
| 3 | 59 | 61 | 57 | 15 | 13 | 14 | 10 |
| 4 | 60 | 62 | 58 | 16 | 13 | 15 | 10 |
| 5 | 61 | 64 | 59 | 17 | 16 | 19 | 12 |
| 6 | 62 | 64 | 61 | 18 | 24 | 27 | 19 |
| 7 | 62 | 65 | 57 | 19 | 31 | 33 | 27 |
| 8 | 50 | 57 | 44 | 20 | 40 | 44 | 33 |
| 9 | 38 | 45 | 32 | 21 | 46 | 49 | 43 |
| 10 | 29 | 34 | 26 | 22 | 51 | 53 | 48 |
| 11 | 25 | 29 | 22 | 23 | 52 | 55 | 50 |
| 12 | 23 | 25 | 21 | 24 | 53 | 55 | 51 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 40 | 43 | 36 |

Fuente: CIAD

Gráfico 42: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %
Pongor 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se ven en el cuadro N° 71 y gráfico N° 42.

La humedad relativa máxima de 65% se presenta a las 07,00 horas y las mínimas con 10% entre las 15,00 y 16,00 horas.

La humedad relativa máxima se debe a que la temperatura del aire es baja, entonces, la densidad del vapor de agua en el aire aumenta; y la humedad relativa mínima se debe al aumento de la temperatura del aire por absorción de calor de la superficie terrestre, en esta situación, la densidad del vapor de agua en el aire disminuye. Se demuestra que la densidad es inversamente proporcional a la temperatura.

El promedio del promedio de las humedades relativas del día es 40%, el promedio de las máximas 43% y el promedio de las mínimas 36%.

Cuadro N° 72: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

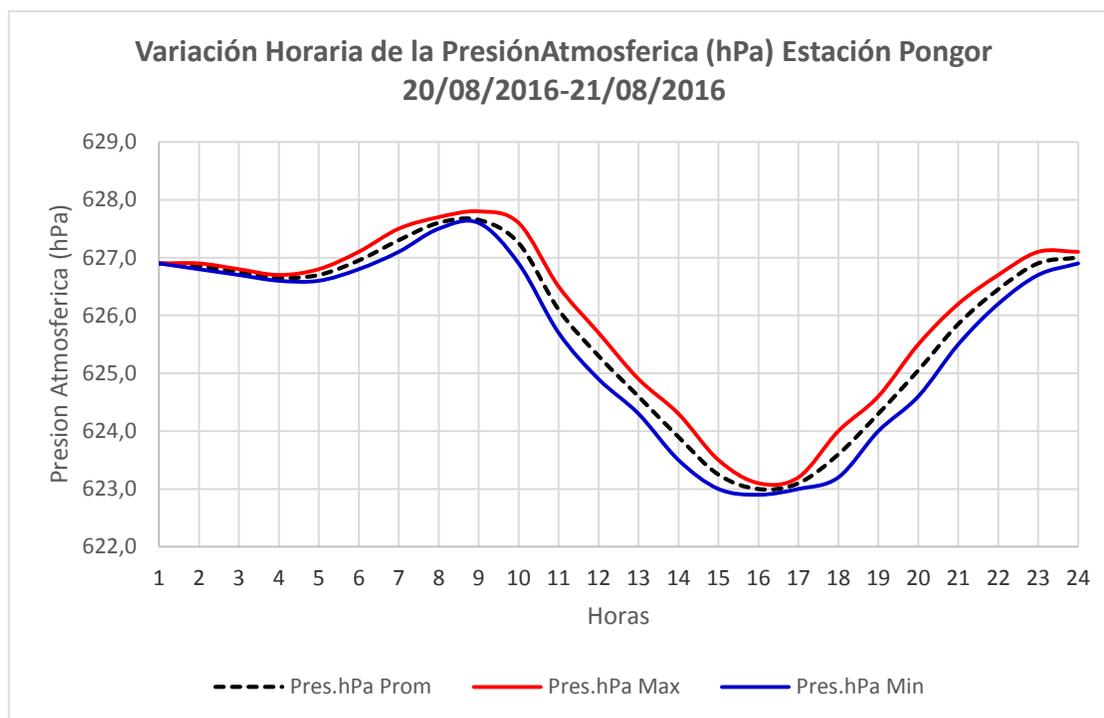
Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|-------------|--------------|------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 626,9 | 626,9 | 626,9 | 13 | 624,6 | 624,9 | 624,3 |
| 2 | 626,9 | 626,9 | 626,8 | 14 | 623,9 | 624,3 | 623,5 |
| 3 | 626,8 | 626,8 | 626,7 | 15 | 623,3 | 623,5 | 623,0 |
| 4 | 626,7 | 626,7 | 626,6 | 16 | 623,0 | 623,1 | 622,9 |
| 5 | 626,7 | 626,8 | 626,6 | 17 | 623,1 | 623,2 | 623,0 |
| 6 | 627,0 | 627,1 | 626,8 | 18 | 623,6 | 624,0 | 623,2 |
| 7 | 627,3 | 627,5 | 627,1 | 19 | 624,3 | 624,6 | 624,0 |
| 8 | 627,6 | 627,7 | 627,5 | 20 | 625,1 | 625,1 | 624,6 |
| 9 | 627,7 | 627,8 | 627,6 | 21 | 625,9 | 626,2 | 625,5 |
| 10 | 627,3 | 627,6 | 626,9 | 22 | 626,5 | 626,7 | 626,2 |
| 11 | 626,1 | 626,5 | 625,7 | 23 | 626,9 | 627,1 | 626,7 |
| 12 | 625,3 | 625,7 | 624,9 | 24 | 627,0 | 627,1 | 626,9 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 625,8 | 626,0 | 625,6 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 43: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente. CIAD

La Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 72 y gráfico N° 43. La máxima de 627,8 hPa se presenta a las 09,00 horas y la mínima de

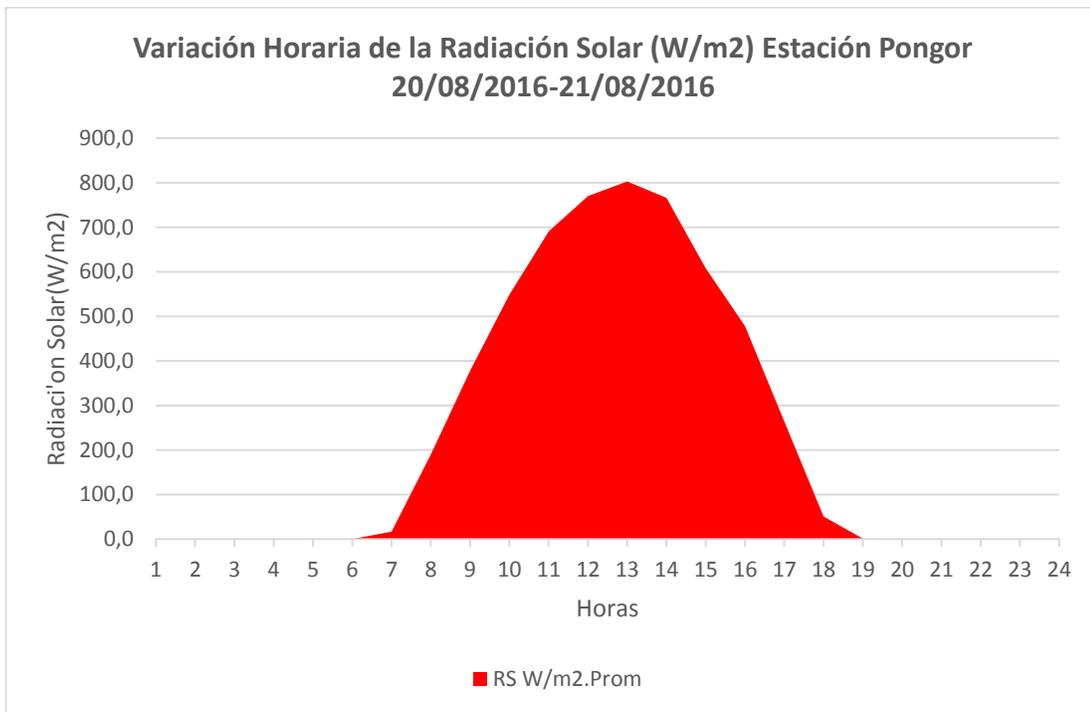
622,9 hPa a las 16,00 horas. El promedio del promedio de las presiones del día es 625,8 hPa, el promedio de las máximas 626,0 hPa y de las mínimas 625,6 hPa.

Cuadro N° 73: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²
Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|----------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 378,1 | 17 | 264,0 |
| 2 | 0,0 | 10 | 548,6 | 18 | 50,7 |
| 3 | 0,0 | 11 | 690,7 | 19 | 0,9 |
| 4 | 0,0 | 12 | 770,1 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 803,0 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 766,1 | 22 | 0,0 |
| 7 | 16,7 | 15 | 607,9 | 23 | 0,0 |
| 8 | 190,0 | 16 | 478,0 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 5664,8 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 44: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²
Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente. CIAD

La variación de la Radiación Solar en (w/m^2) se observa el cuadro N° 73 y gráfico N° 44.

La radiación solar máxima de $803,0 w/m^2$ tiene lugar a las 13,00 horas y las mínimas de $16,7 w/m^2$ y $0,9 w/m^2$ a las 07,00 y 19,00 horas, respectivamente.

La radiación solar máxima a esta hora obedece a la presencia de alguna nubosidad en la atmósfera, normalmente dicha radiación ocurre a las 12,00 horas.

La radiación solar mínima normalmente ocurre en el orto (salida del sol) y en el ocaso (puesta del sol). El acumulado de la radiación solar es de $5564,8 w/m^2$.

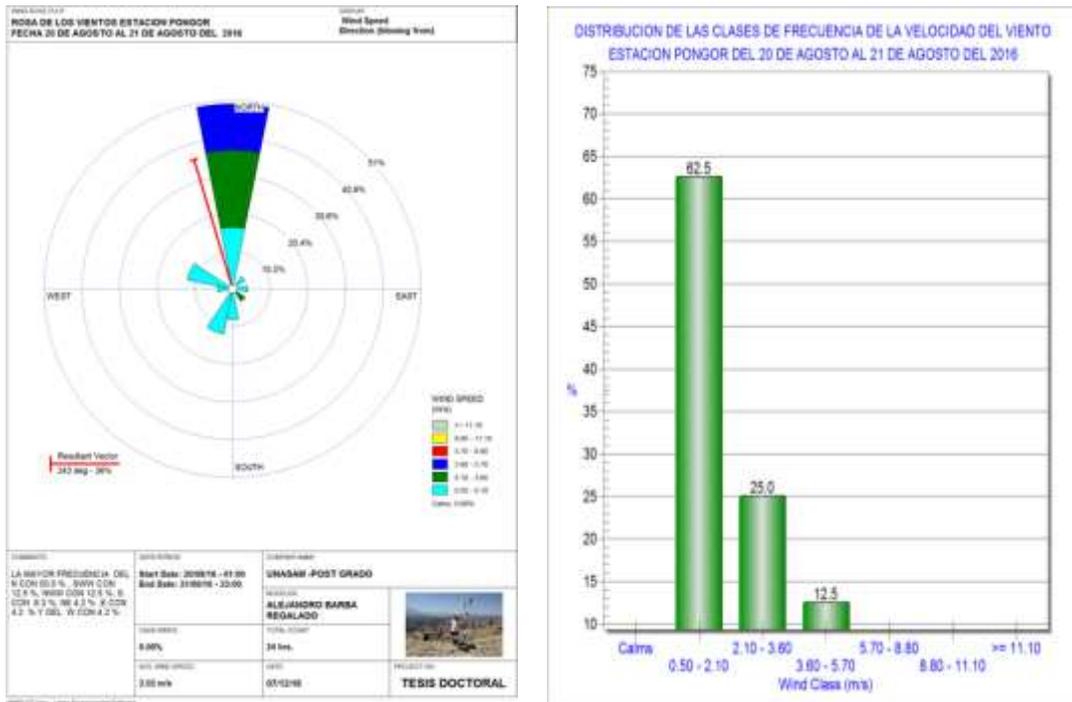
La radiación solar y la velocidad de viento, determinan la dispersión de los agentes contaminantes. Entonces, en una atmósfera estable los contaminantes presentan baja dispersión.

Cuadro N° 74: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)
Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 1,1 | 203,6 | 13 | 3,3 | 0,0 |
| 2 | 1,0 | 298,6 | 14 | 3,8 | 0,0 |
| 3 | 1,1 | 201,0 | 15 | 3,9 | 0,0 |
| 4 | 0,8 | 264,4 | 16 | 3,5 | 0,0 |
| 5 | 0,9 | 289,4 | 17 | 3,3 | 0,0 |
| 6 | 0,8 | 187,4 | 18 | 4,4 | 0,0 |
| 7 | 0,8 | 91,8 | 19 | 3,2 | 124,2 |
| 8 | 1,5 | 0,0 | 20 | 1,6 | 0,0 |
| 9 | 2,0 | 33,7 | 21 | 1,1 | 0,0 |
| 10 | 2,0 | 0,0 | 22 | 1,0 | 282,4 |
| 11 | 2,1 | 0,0 | 23 | 1,0 | 209,0 |
| 12 | 3,4 | 0,0 | 24 | 1,2 | 170,0 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 2,0 | N |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 45: Rosa de los Vientos.
 Pongor: 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente. CIAD

La variación de la Velocidad y Dirección de Viento se observa en el cuadro N° 74 y gráfico N° 45. La velocidad máxima de viento es 4,4 m/s y tiene lugar a las 18,00 horas y la mínima de 1,0 m/s entre las 02,00 y 23,00 horas respectivamente.

La rosa de viento (gráfico N°45) muestra que los vientos con mayor persistencia vienen del Norte (N) con un ángulo de 0°. Entonces, los contaminantes se desplazan en este sentido a la velocidad indicada.

b. Estación Meteorológica Local Central

Cuadro N° 75: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

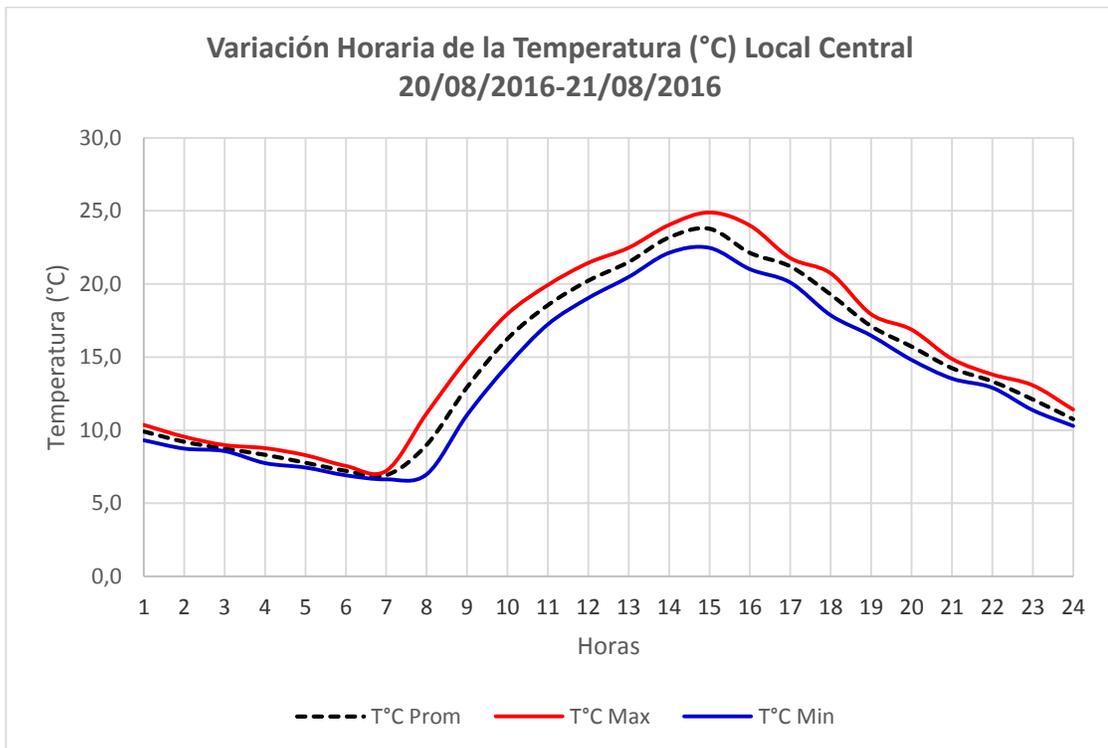
Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C | Hora | T. Prom. °C | T. Máx. °C | T. Mín. °C |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 9,9 | 10,4 | 9,3 | 13 | 21,5 | 22,5 | 20,5 |
| 2 | 9,2 | 9,6 | 8,7 | 14 | 23,2 | 24,0 | 22,1 |
| 3 | 8,7 | 9,0 | 8,6 | 15 | 23,8 | 24,9 | 22,5 |
| 4 | 8,3 | 8,8 | 7,6 | 16 | 22,1 | 24,0 | 21,0 |
| 5 | 7,8 | 8,3 | 7,4 | 17 | 21,1 | 21,8 | 20,1 |
| 6 | 7,2 | 7,6 | 6,9 | 18 | 19,3 | 20,7 | 17,9 |
| 7 | 6,9 | 7,2 | 6,6 | 19 | 17,1 | 17,9 | 16,5 |
| 8 | 9,0 | 11,2 | 7,0 | 20 | 15,7 | 16,9 | 14,8 |
| 9 | 13,0 | 14,9 | 11,0 | 21 | 14,3 | 14,9 | 13,5 |
| 10 | 16,3 | 18,0 | 14,4 | 22 | 13,3 | 13,8 | 12,9 |
| 11 | 18,6 | 19,9 | 17,2 | 23 | 12,9 | 13,1 | 11,4 |
| 12 | 20,2 | 21,4 | 19,0 | 24 | 10,8 | 11,4 | 10,3 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 14,6 | 15,5 | 13,6 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 46: Variación horaria de la Temperatura (T) en °C

Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente. CIAD

La variación de la temperatura promedio, máxima y mínima en el local central se muestra en el cuadro N° 75 y gráfico N° 46.

La temperatura máxima de 24,9 °C ocurre a las 15,00 horas y la mínima de 7,0°C a las 07,00 horas.

El promedio del promedio de temperaturas del día es 14,6 °C, el promedio de las máximas 15,5°C y el promedio de las mínimas 13,6°C.

Los cambios de temperatura en la atmósfera, tienen importancia trascendental en lo concerniente a la contaminación ambiental, puesto que un aumento de la temperatura provoca la formación de contaminantes secundarios por reacción química de los contaminantes primarios.

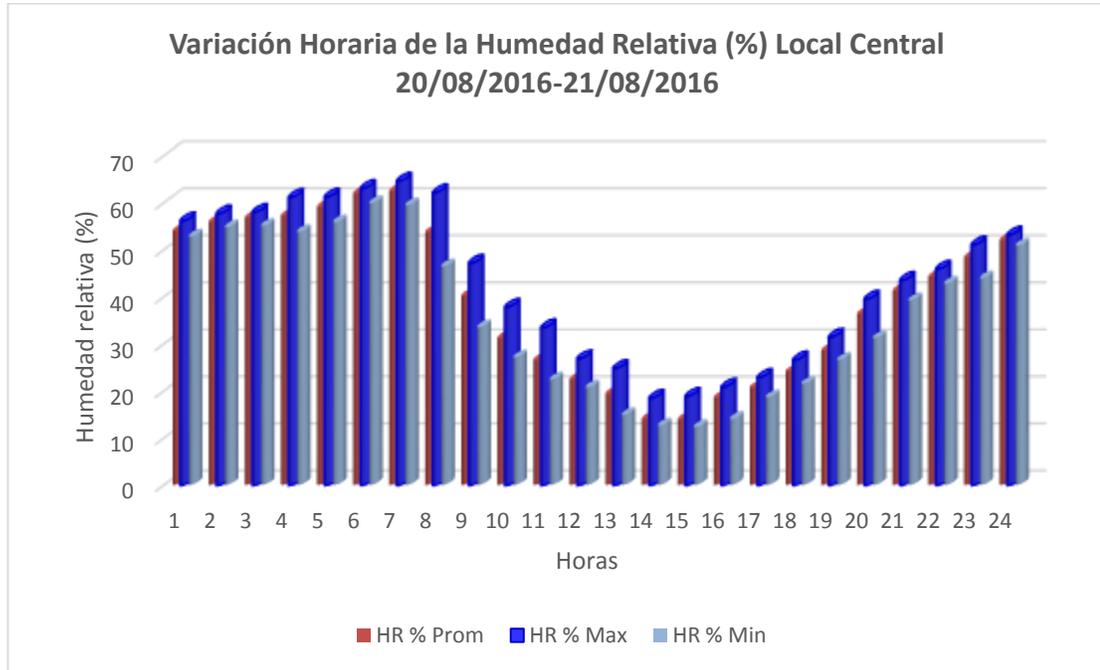
Cuadro N° 76: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %

Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima | Hora | %HR promedio | %HR máxima | %HR mínima |
|-------|--------------|------------|------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 | 54 | 56 | 53 | 13 | 19 | 25 | 15 |
| 2 | 56 | 58 | 55 | 14 | 14 | 18 | 13 |
| 3 | 57 | 58 | 55 | 15 | 14 | 19 | 12 |
| 4 | 57 | 61 | 54 | 16 | 19 | 21 | 14 |
| 5 | 59 | 61 | 56 | 17 | 21 | 23 | 19 |
| 6 | 62 | 63 | 60 | 18 | 24 | 27 | 22 |
| 7 | 62 | 65 | 59 | 19 | 29 | 31 | 27 |
| 8 | 54 | 62 | 46 | 20 | 36 | 40 | 31 |
| 9 | 40 | 47 | 33 | 21 | 41 | 44 | 39 |
| 10 | 31 | 38 | 27 | 22 | 44 | 46 | 43 |
| 11 | 27 | 33 | 22 | 23 | 48 | 51 | 44 |
| 12 | 22 | 27 | 21 | 24 | 52 | 53 | 51 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 39 | 43 | 36 |

Fuente. CIAD

Gráfico N° 47: Variación horaria de la Humedad Relativa (HR) en %
Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente. CIAD

La variación de la Humedad Relativa promedio, máxima y mínima se muestra en el cuadro N° 76 y gráfico N° 47.

La humedad relativa máxima de 65% tiene lugar a las 07,00 horas y la mínima de 12% a las 15,00 horas.

La humedad relativa es máxima cuando la temperatura del aire es baja. Hay un aumento de la densidad de vapor de agua y, la humedad relativa es mínima cuando la temperatura del aire es alta. La atmósfera absorbe energía calorífica de la superficie terrestre, condición bajo la cual, la densidad de vapor de agua en el aire aumenta. La densidad varía inversamente con la temperatura. El promedio del promedio de las humedades relativas del día es 39%, el promedio de las máximas 43% y el promedio de las mínimas 36%.

Cuadro N° 77: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hPa

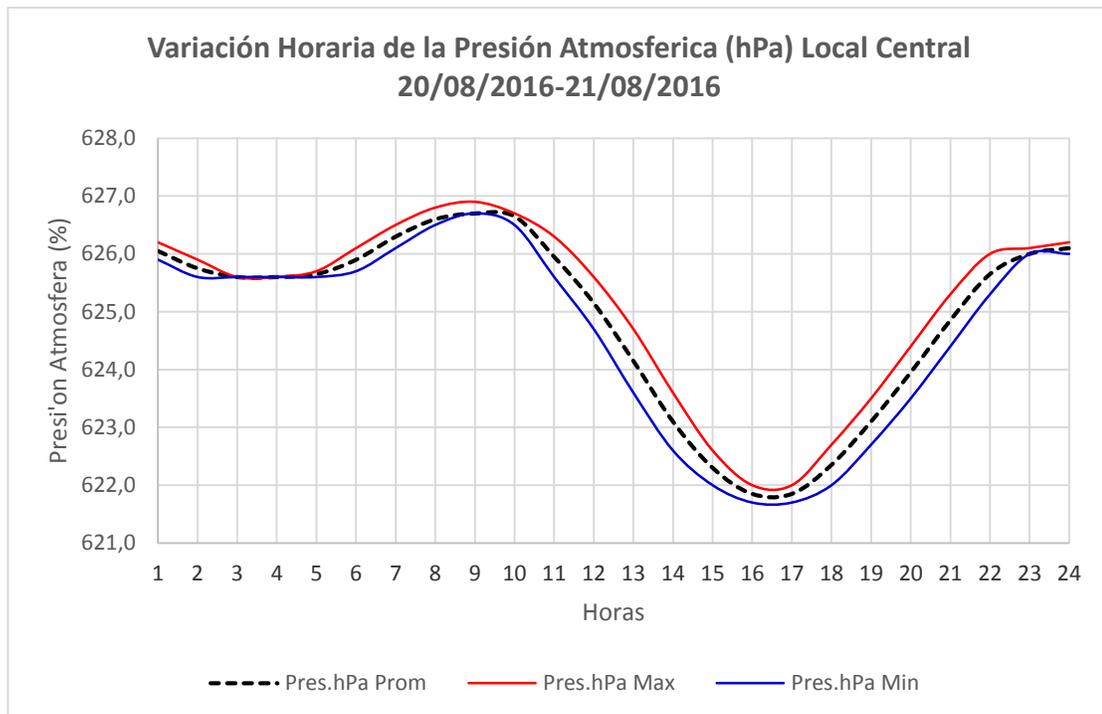
Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa | Hora | P. Prom hPa | P. Máx hPa | P. Mín hPa |
|-------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 1 | 626,1 | 626,2 | 625,9 | 13 | 624,2 | 624,7 | 623,6 |
| 2 | 625,8 | 625,9 | 625,6 | 14 | 623,1 | 623,6 | 622,6 |
| 3 | 625,6 | 625,6 | 625,6 | 15 | 622,3 | 622,6 | 622,0 |
| 4 | 625,6 | 625,6 | 625,6 | 16 | 621,9 | 622,0 | 621,7 |
| 5 | 625,7 | 625,7 | 625,6 | 17 | 621,9 | 622,0 | 621,7 |
| 6 | 625,9 | 626,1 | 625,7 | 18 | 622,4 | 622,7 | 622,0 |
| 7 | 626,3 | 626,5 | 626,1 | 19 | 623,1 | 623,5 | 622,7 |
| 8 | 626,6 | 626,8 | 626,5 | 20 | 624,0 | 624,4 | 623,5 |
| 9 | 626,7 | 626,9 | 626,7 | 21 | 624,9 | 625,3 | 624,4 |
| 10 | 626,7 | 626,7 | 626,5 | 22 | 625,7 | 626,0 | 625,3 |
| 11 | 626,0 | 626,3 | 625,6 | 23 | 626,0 | 626,1 | 626,0 |
| 12 | 625,2 | 625,6 | 624,7 | 24 | 626,1 | 626,2 | 626,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Promedio | 624,9 | 625,1 | 624,7 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 48: Variación horaria de la Presión Atmosférica (P) en hectoPascales hpa

Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente. CIAD

La variación de la Presión atmosférica promedio, máxima y mínima, se observa en el cuadro N° 77 y gráfico N° 48.

La presión máxima de 626,9 hPa ocurre a las 09,00 horas y la mínima de 621,7 hPa a las 16,00 y 17, 00 horas respectivamente.

La presión máxima tiene lugar cuando la temperatura del aire es alta y la mínima debido a que la temperatura del aire es baja. La presión varía directamente con la temperatura.

El promedio del promedio de las presiones del día es 624,9 hPa, el promedio de las máximas 625,1 hPa y el promedio de las mínimas 624,7 hPa.

En los procesos atmosféricos, Las variaciones de presión y temperatura juegan un papel preponderante, son las que generan los vientos. En tal sentido, todos los agentes contaminantes presentes en la atmósfera son dispersados por los vientos a una determinada velocidad y en una dirección definida.

Cuadro N° 78: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en vatios por metro cuadrado w/m²

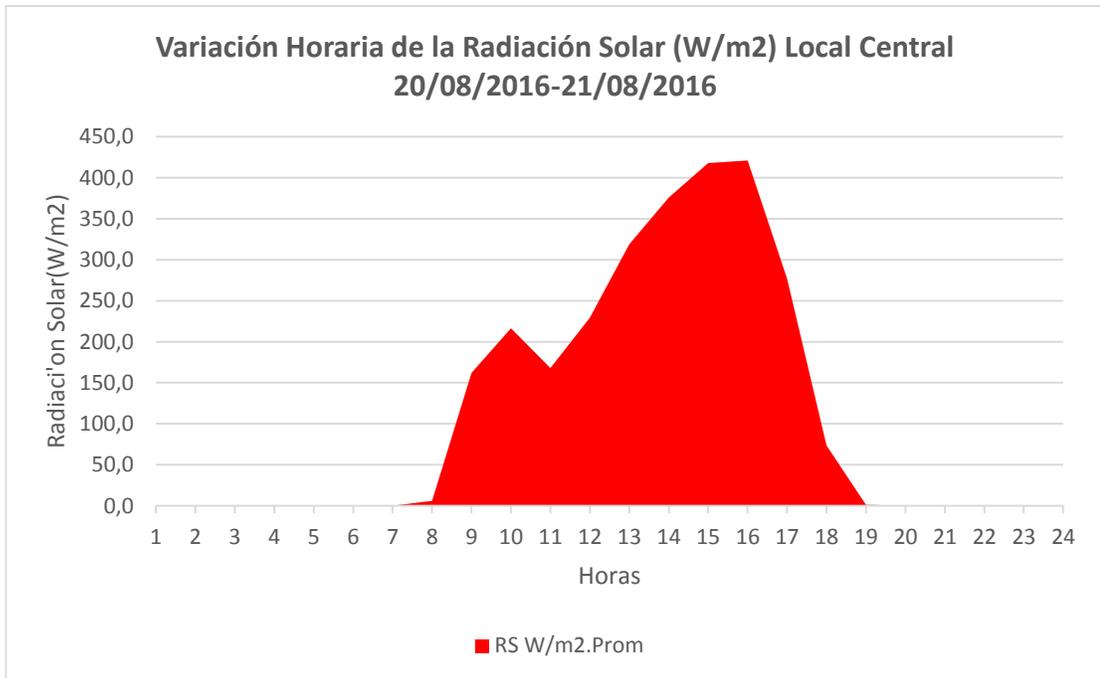
Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² | Hora | RS. Promedio w/m ² |
|-------|----------------------------------|-------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 1 | 0,0 | 9 | 162,0 | 17 | 276,9 |
| 2 | 0,0 | 10 | 216,4 | 18 | 73,5 |
| 3 | 0,0 | 11 | 167,9 | 19 | 1,2 |
| 4 | 0,0 | 12 | 229,4 | 20 | 0,0 |
| 5 | 0,0 | 13 | 318,9 | 21 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 14 | 375,8 | 22 | 0,0 |
| 7 | 0,0 | 15 | 417,9 | 23 | 0,0 |
| 8 | 6,0 | 16 | 421,0 | 24 | 0,0 |
| ..... | ..... | ..... | ..... | Acumulado | 2666,9 |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 49: Variación horaria de la Radiación Solar (RS) en w/m²

Local Central 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente: CIAD

La variación de la Radiación Solar en (w/m^2) se observa el cuadro N° 78 y gráfico N° 49.

La radiación máxima con un valor de $421,0 w/m^2$ ocurre a las 16,00 horas y las mínimas con $6,0$ y $1,2 w/m^2$ a las 08,00 y 19,00 horas, respectivamente.

La radiación solar máxima a las 16,00 horas corresponde a una atmósfera con nubosidad, normalmente esto ocurre a las 12,00 horas. Las radiaciones mínimas tienen lugar en el orto (salida del sol) y en el ocaso (puesta del sol), el acumulado de la radiación solar es $2666,9 w/m^2$.

La radiación solar y la velocidad del viento, determinan la estabilidad de la atmósfera y por ende la dispersión de los contaminantes atmosféricos.

Cuadro N° 79: Variación horaria de la Velocidad de Viento en m/s y Dirección de Viento en (°)

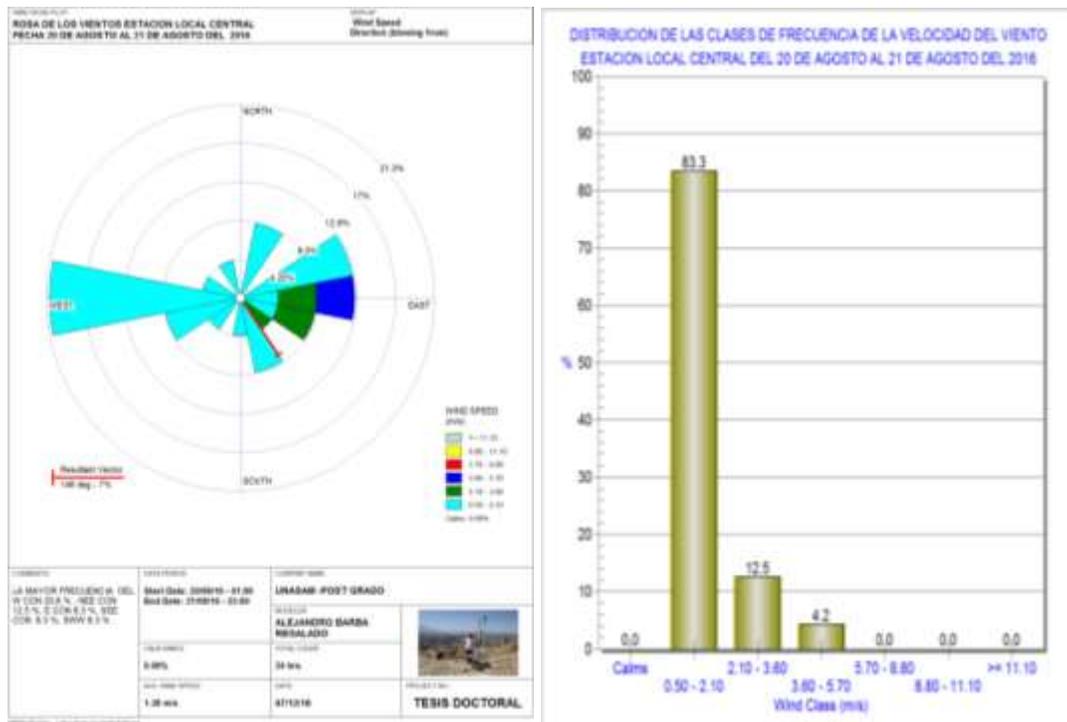
Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016

| Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) | Hora | Velocidad de viento m/s | Dirección de viento (°) |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 1,0 | 269 | 13 | 1,7 | 73 |
| 2 | 0,9 | 244 | 14 | 1,9 | 165 |
| 3 | 0,8 | 217 | 15 | 2,2 | 146 |
| 4 | 0,8 | 265 | 16 | 3,6 | 95 |
| 5 | 0,8 | 263 | 17 | 3,1 | 106 |
| 6 | 0,8 | 248 | 18 | 2,3 | 92 |
| 7 | 0,9 | 272 | 19 | 1,9 | 30 |
| 8 | 1,0 | 260 | 20 | 1,5 | 115 |
| 9 | 0,7 | 28 | 21 | 1,0 | 166 |
| 10 | 1,0 | 282 | 22 | 0,7 | 71 |
| 11 | 1,2 | 334 | 23 | 0,6 | 70 |
| 12 | 1,6 | 98 | 24 | 1,0 | 171 |
| ..... | ..... | ..... | Promedio | 1,4 | W |

Fuente: CIAD

Gráfico N° 50: Rosa de los Vientos.

Local Central: 20/08/2016 a 21/08/2016



Fuente. CIAD

La variación de la Velocidad y Dirección de Viento se observa en el cuadro N° 79 y gráfico N° 50.

La velocidad máxima de viento con 3,6 m/s ocurre a las 16,00 horas y las mínimas de 0,8 m/s en horas de la madrugada y de 0,6 m/s a las 23,00 horas.

En el gráfico N° 50 se observa que los vientos son más persistentes en la dirección W (oeste) con un ángulo de 270° y en menor proporción en otras direcciones. El promedio de la velocidad del viento es de 1,4 m/s.

4.5.6 Ubicación de las Estaciones Meteorológicas

En las figuras 11 y 12 mostramos la ubicación de las Estaciones Meteorológicas en el Relleno Sanitario y el Local Central de la UNASAM.

Figura 11: Estación Meteorológica Portátil altitud 3500 msnm (Relleno Sanitario)



Figura 12: Estación Meteorológica fija Local Central UNASAM, altitud 3052 msnm.



V. DISCUSIÓN

5.1 Promedios mensuales de concentración de Sulfuro de Hidrógeno, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno determinados en el laboratorio y su comparación con Normas Internacionales

Los promedios mensuales de concentraciones de H₂S, SO₂ y NO₂ son: 13,24; 13,14; 13,06; 13,40 y 11,50 µg/m³ para el H₂S: 4,90; 4,20; 4,82; 4,13 y 3,60 µg/m³ para el SO₂: 13,88; 11,67; 12,24, 11,50 y 8,50 µg/m³ para el NO₂ en los tres puntos de muestreo, durante los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto del 2016. Todos los promedios están por debajo de los límites máximos permisibles de la OMS y el MINAM (150; 20 y 200 µg/m³ para H₂S, SO₂ y NO₂ respectivamente).

Otras investigaciones, como es el caso del análisis de la calidad del aire en Varadero (Cuba) sobre la presencia de H₂S en la atmósfera, indica que dicho gas tiene una concentración promedio de 61,6 µg/m³; por otro lado, un estudio hecho sobre la evaluación del impacto del relleno sanitario doña Juana en la salud (Colombia) indica que el promedio más alto de este compuesto encontrado fue de 1,0 µg/m³. Asimismo, durante los análisis de calidad del aire en Varadero (Cuba), se han encontrado valores promedio de NO₂ en el aire de 5,4 µg/m³.

Comparando estos resultados con los establecidos por la OMS y el MINAM observamos que están por debajo de los límites máximos permisibles.

5.2 Análisis Estadístico

a. Variable: H₂S

Se verifica el cumplimiento de normalidad, homogeneidad, aditividad e independencia, lo que indica que es procedente la aplicación de un análisis de varianza o prueba F. La prueba F arroja resultados que indican que no existen diferencias significativas entre los puntos de muestreo, en cuanto al contenido de H₂S, sin embargo, en el punto de muestreo N° 01 se evidencian mayores valores de H₂S. Además se evidencia la existencia de significancia entre los bloques, lo cual indica que los meses tienen un comportamiento similar.

b. Variable: SO₂

Se verifica el cumplimiento de normalidad, homogeneidad, aditividad e independencia, lo que indica que es procedente la aplicación de un análisis de varianza o prueba F. La prueba F arroja resultados que indican que no existen diferencias significativas entre los puntos de muestreo, en cuanto al contenido de SO₂, sin embargo, en el punto de muestreo N° 01 se evidencian mayores valores de SO₂. Además se evidencia la existencia de un efecto altamente significativo entre los bloques, lo cual conduce a pensar que los meses se comportan de forma heterogénea en cuanto a la emisión de SO₂.

c. Variable: NO₂

Se verifica el cumplimiento de normalidad, homogeneidad, aditividad e independencia, lo que indica que es procedente la aplicación de un análisis de varianza o prueba F. La prueba F arroja resultados que indican que no existen diferencias significativas entre los puntos de muestreo, en cuanto al contenido de NO₂, sin embargo, en el punto de muestreo N° 01 se evidencian mayores valores de NO₂.

5.3 Variables Meteorológicas

Es necesario analizar y asociar las variables meteorológicas con la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera desde las fuentes de emisión. En tal sentido, durante el desarrollo de la investigación, se midieron la temperatura, la presión atmosférica, la velocidad y dirección del viento, la humedad relativa, la precipitación y la radiación solar.

a. La Temperatura y la Presión Atmosférica. Existe una relación directa entre la temperatura y la presión, es decir, un aumento de temperatura genera un aumento de presión y por ende a menor temperatura menor presión, en tal sentido, los movimientos del aire están asociados a los cambios de presión y temperatura. Por otro lado, la temperatura favorece la formación de contaminantes secundarios por reacción de contaminantes primarios presentes en la atmósfera. Asimismo, en el caso de los rellenos sanitarios, un aumento de temperatura acelera la descomposición de la materia orgánica.

b. La Humedad Relativa y la Precipitación. Estas variables promueven la disminución de los agentes contaminantes de la atmósfera, por efecto

de lavado atmosférico, gracias a la presencia de lluvia. El fenómeno de lavado atmosférico, es bastante pronunciado en la sierra en los meses de enero, febrero y marzo por la presencia de abundante precipitación pluvial.

c. La Radiación Solar. Esta variable conjuntamente con la velocidad del viento, determinan la estabilidad de la atmósfera y consecuentemente la dispersión de los contaminantes. En una atmósfera estable, los contaminantes tienen, entonces la concentración de los mismos aumenta.

d. La Velocidad de viento y Dirección de Viento. La velocidad del viento genera el transporte y la dispersión de los contaminantes. La dirección del viento, indica la orientación en la cual se transportan y dispersan los agentes contaminantes. A mayor velocidad de viento, mayor dispersión de contaminantes y a menor velocidad, menor dispersión en la dirección dada.

VI. CONCLUSIONES

a. Los promedios mensuales de concentración de H₂S, SO₂ y NO₂ en los tres puntos de muestreo, durante los meses de abril ,mayo, junio, julio y agosto 2016 son menores que los establecidos por el Ministerio del Ambiente y la Organización Mundial de la Salud. En tal sentido, no hay contaminación ambiental por efecto de concentración de estos gases emitidos a partir del Relleno Sanitario.

Es necesario advertir que hay contaminación ambiental por emisión de H₂S, gas que a bajas concentraciones genera un olor a huevo podrido.

b. En el Análisis Estadístico, se verifica el cumplimiento de normalidad, homogeneidad, aditividad e independencia mediante la aplicación de un análisis de varianza o prueba F. La prueba F arroja resultados que indican que no existen diferencias entre los puntos de muestreo en cuanto al contenido de H₂S, SO₂ y NO₂. Sin embargo, en el punto de muestreo N°01 se evidencian mayores valores de H₂S, SO₂ y NO₂. Además, hay un efecto altamente significativo entre bloques, lo cual indica que los meses tienen un comportamiento similar.

c. Variables Meteorológicas. Hacemos referencia al fenómeno de transporte y dispersión de los contaminantes en las estaciones meteorológicas de Pongor y el Local Central de la UNASAM.

Mes de abril

Pongor. Velocidad promedio de viento 1,9 m/s y dirección de dispersión de contaminantes NE.

Local Central. Velocidad promedio de viento 1,9 m/s y dirección de dispersión NN.

Mes de mayo

Pongor. Velocidad promedio de viento 1,8 m/s y dirección de viento NNE.

Local Central. Velocidad promedio de viento 1,8 m/s y dirección de viento NNE.

Mes de junio

Pongor. Velocidad promedio de viento, m/s y dirección de dispersión de contaminantes N.

Local central. Velocidad promedio de viento 1,2 m/s y dirección de dispersión SSW.

Mes de Julio

Pongor. Velocidad promedio de viento 2,1 m/s y dirección de dispersión NNE.

Local central. Velocidad promedio de viento 1,4 m/s y dirección de dispersión SSW.

Mes de Agosto

Pongor. Velocidad promedio de viento 2,0 m/s y dirección de dispersión N.

Local central. Velocidad promedio de viento 1,4 m/s y dirección de dispersión W.

La temperatura, presión atmosférica, humedad relativa y radiación solar medidas en las dos estaciones meteorológicas, son variables climáticas que en asociación con los agentes contaminantes, generan efectos adversos en la calidad del aire y la salud humana.

VII. RECOMENDACIONES

Para mitigar los efectos nocivos producidos por la emisión de sulfuro de hidrógeno, gas responsable de generar malos olores, es necesario tomar acciones en el corto y largo plazo.

a. En el corto plazo, es necesario implementar medidas técnicas efectivas, para eliminar el H₂S del relleno sanitario, adicionalmente, es necesario educar a la población de manera regular sobre los riesgos que representa habitar en el entorno del relleno sanitario, para tal fin, los administradores del relleno son los primeros que deben reconocer los efectos nocivos que implican para el ambiente, un sitio de disposición final.

b. En el largo plazo, se requiere que los rellenos sanitarios se ubiquen en zonas no habitadas y que se impida su poblamiento posterior en un radio de dos kilómetros.

El cumplimiento de estas recomendaciones requiere de un trabajo coordinado entre los operadores del relleno, las autoridades de salud y la comunidad en general.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLESTER, D; TNÍAS, J; PEREZ, H. (1999). *Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud una Introducción*. Rev. Esp. Salud Pública. 73: 109-121. N°2.
- CANO, Y. (2012). *Estudio sobre los niveles de Ozono, PM10, PM2,5 y la composición de los iones solubles en la atmósfera de Maracaibo*. Tesis Doctoral. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- CEN. Norma Cubana 93-02-202 Requisitos Higiénico Sanitarios. (1987). *Requisitos Higiénico Sanitarios: Concentraciones máximas admisibles, alturas mínimas de expulsión y zonas de protección sanitaria*. La Habana Cuba.
- CIESLA WILLIAM. (1996). *Cambio climático, bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto*, volumen126, Edit. Food & Agriculture Org, FAO, Roma.
- COLLAZOS, H. (2009). *La situación de la disposición final de las basuras en Colombia*. Revista Innovación y Ciencia (16), 19-25.
- Contraloría General de la República. (2013) Nota de Prensa N° 128-2013-CG/C
- Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental (2003). *La basura en el limbo: desempeño de gobiernos locales y participación privada en el manejo de residuos urbanos*. México.

- COVENIN. (1995). *Control de la Contaminación Atmosférica*. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4899. Decreto N° 638. Caracas. Venezuela. 12 pp.
- CUESTA, O; ET AL. (1996). *Estudio de las concentraciones de los principales compuestos gaseosos del nitrógeno a nivel regional en Cuba, sus relaciones químico-meteorológicas y su aplicación en la protección del medio ambiente*. Informe científico- técnico, pp.48, la Habana.
- CHANDRA, P. VENKATA, S. JAYARAMA, S. (2006). *Chemical composition of atmospheric aerosol (PM10) at a semi-arid urban site: influence of terrestrial sources*. Environmental Monitoring and Assessment. 117, 291-305
- EPA. (1997) Office of Quality Planning and Standards. Quality Assurance Handbook for air Pollution Measurement Systems Volum II: Part 1 Ambient air Quality Monitoring Program Quality System Development.
- EPA. (1981) Air Pollution Orientation Course. Air Pollution Training Institute. Course SI: 4222 3rd Edition.
- FERNÁNDEZ, F. (2001). *Especiación química y física de materia particulada atmosférica*. Universidad de Sevilla, Fundación Focus- Abengoa. Sevilla, España.
- FLORES, J. PEÑA, P. MADRIGAL, D. RAMOS, L. LÓPEZ, A. MORELOS, J. (2010). *Estimación del riesgo a la exposición de partículas suspendidas en el Valle del Toluca*. Ciencia Ergo Sum. 17(1), 72-80.

- GARCÍA, G. (2000). *Contaminación por lluvia ácida. The primer on environmental citizenship.* Atmospheric Science. <http://www.ns.ec.gc.ca/msc/as/acidfaq.html>
- GARRILLO, O; EDINSON, E. (2010). *Evolución y tendencia espacio temporal de las concentraciones de material particulado como PM10 considerando la influencia de los parámetros meteorológicos, en el municipio san francisco, del estado Zulia.* Trabajo de grado. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería. División de Postgrado. Maracaibo, Venezuela. 164 p.
- Gerencia de Educación Salud y Medio Ambiente (GESMA). (2014). *Revista sobre Gestión de Residuos Sólidos Municipales.*
- GIRÓN, S. MATEUS, J. MÉNDEZ, F. (2009). *Impacto de un botadero a cielo abierto en el desarrollo de síntomas respiratorios y en costos familiares de atención en salud de niños entre 1 y 5 años en Cali, Colombia.* Biomédica. 29(3),392-402
- GRAFF, D. CASCIO, W. RAPPOLD, A. ZHO, H. HUANG, Y. DELVIN, R. (2009). *Exposure to concentrated coarse air pollution particles causes mild cardiopulmonary effects in healthy young adults.* Environmental Health Perspectives. 117 (7), 1089-1094.
- GLYNN HENRY Y GARY HEINKE (1999). *Ingeniería Ambiental*, Edit. Prentice Hall, 2 Edición, México.

- GULLI, G. TRAVERSI, D. ROVERE, R. PIGNATA, C. SCHILIRÓ, T. (2007).
Airborne particulate matter: Ionic species role in different Italian sites.
Environmental Research. 103 (1), 284-290.
- HERRERA, J. RODRÍGUEZ, S. (2009). *Evaluación de los niveles de partículas PM10 y dióxido de nitrógeno en la Ciudad de San José, Costa Rica: 2005-2006*. Tecnología en Marcha. 22 (3), 42-55.
- HOUSSET, B. (1977). *The contribution of outdoor atmospheric pollution in respiratory pathology*. Rev Mal Respir.
- IDEAM. (2007) Instituto de Hidrología y Estudios Ambientales Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2012) Censo Poblacional 2011. (On-Line).
Disponible en: <http://www.ine.gov.ve/>. Instituto Nacional de estadística.
- KENNETH, P; CECIL; F. (2000). *Contaminación del aire. Origen y control*.
- KISS, G. ENCARNACIÓN, G. (2006). *Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final*. Gaceta Ecológica, 79, 39-51.
- KORP, M. (1999). *Monitoreo de la calidad del aire en América Latina, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*, Organización Panamericana de la Salud, Lima Perú.
- LAGRECA, M; BUCKINGHAM, P; EVANS, J. (1996). *Gestión de Residuos Tóxicos. Tratamiento, Eliminación y Recuperación de suelos*. McGrawHill, Madrid.

Ley General del Ambiente N° 28611. (2005) Artículo I del derecho y deber fundamental.

LEITTE, A; SCHLINK, U; HERBARTH, O; WICHMANN, H; FRANCK, U. (2011) *Size-Segregated Particle Number Concentrations and Respiratory Emergency Room Visits in Beijing, China. Environmental Health Perspectives.* 119 (4), 508-513.

Manahan, S. (2004) Environmental Chemistry. Editorial C. R. Press. Florida (USA).
Capítulo: 2, 25-31, 241-273.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA). (2007). Estudio de Impacto Ambiental para la construcción del relleno sanitario del área metropolitana de la ciudad de Guanare, del estado Portuguesa. Caracas, Venezuela.

NEUPANE, B; JERRETT, M; BURNETT, R; MARRIE, T; ARAIN, A; LOEB, M. (2010). *Long-term exposure to ambient air pollution and risk of hospitalization with community-acquired pneumonia in older adults. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine.* 181, 47-53.

NOGUERA, K; OLIVERO, J. (2010). *Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso Colombiano.* Revista Académica Colombiana Ciencia. 34 (132), 347-356.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2014) Información básica sobre la contaminación atmosférica urbana. Disponible en:

<http://www.who.int/healthtopics/outdoorair/databases/background-information/es/index2.html>.

- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2005) Representación Perú. Cursos de Autoaprendizaje. Conceptos básicos sobre la meteorología de la contaminación del aire. Disponible en: [http://www. Bvsde.paho.org/cursoa meteorologia/frame m2. Html](http://www.Bvsde.paho.org/cursoa%20meteorologia/frame%20m2.html)
- OSTRO, B; LIPSETT, M; SELNER; J. (1991). *Asthmatic responses to airborne acid aerosols*. Am Public Health.
- PALMER, S; DUNSTAN, F; FIELDER, H; FONE, D; HIGGS, G; SENIOR, M. (2005) Risk of Congenital Anomalies after the Opening of Landfill Sites. *Environmental Health Perspectives*. 113 (10), 1362-1365.
- PARKER, A. (2001). *Contaminación del Aire por la industria*. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- POPE, C; BURNETT, R; THUN, M; ITO, K; THURSTON, G. (2002). *Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution*. JAMA.287 (9), 1132-1141.
- PRÉNDEZ, M; CORVALÁN, R; CISTERNAS, M. (2007). *Estudio Preliminar del Material Particulado de Fuentes Estacionarias: Aplicación al Sistema de Compensación de Emisiones en la Región Metropolitana, Chile*. *Información Tecnológica*. 18 (2), 93-103.
- QUEROL, X. (2008). *Calidad del aire, partículas en suspensión y metales*. *Revista Española de Salud Pública*. 82 (5), 447-453.
- RITZ, B; WILHELM, M; ZHAO, Y. (2006). *Air Pollution and Infant Death in Southern California, 1989-2000*. *Pediatrics*. 118 (2), 493-502.

- ROMERO, M; DIEGO, F; ÁLVAREZ, M. (2006). *La contaminación del aire: su repercusión* Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). (2013) Portal clima y aire. Material Particulado disponible en:
<https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=582&conID=615>
- SEOANEZ, M. (1996). *Ingeniería del medio ambiente. Aplicada al medio natural continental*.
- TCHOBANOGLIOUS, G; THEISEN, H. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. Volumen I. Madrid: McGraw – Hill.
- TURNER, J; COLBECK, I; LAAKSONEN, A; LEHTINEN, K; CLEMENT, C. (2008). *Environmental Chemistry of Aerosols*. Editorial Blackwell Publishing Ltd. (Ed.) Colbeck I. Oxford (UK).
- URBINA JAVIER Y MARTÍNEZ JULIA (2006). *Más allá del cambio climático: las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global*, Edit. Instituto Nacional de Ecología, México.
- VALLERO, D. (2008). *Fundamentals of Air Pollution*. Cuarta Edición. Editorial Academic Press, Elsevier. Burlington, USA.
- VRIJHEID, M. (2000). *Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a Review of epidemiologic literature*. Environmental Health Perspectives. 108 (1), 101-112.

ANEXO

CUADRO REPOSITORIO

Título de tesis. Emisiones de gases tóxicos de relleno sanitario Pongor y su incidencia en la contaminación ambiental del distrito de Independencia-Huaraz 2015-2016.

Asesor: Dr. Maximiliano Loarte Rubina.

Miembros del jurado:

Presidente: Dr Fernando Castillo Picón

Secretario: Dr. Cesar Davila Paredes

Vocal: Dr. Maximiliano Loarte Rubina

Agradecimientos.

Resumen.

Abstract.

Índice.

Introducción.

Objetivos: Objetivo general y objetivos específicos.

Hipótesis.

Variables: Variable independiente, Variable dependiente y Variable interviniente.

Marco teórico: antecedentes de la investigación.

Bases teóricas: Contaminación atmosférica, material particulado, origen y destino de las partículas suspendidas totales, composición química de las partículas, efectos del material particulado en la contaminación ambiental, Las variables meteorológicas en

el comportamiento de las partículas, botadero a cielo abierto, relleno sanitarios, contaminación del aire en el entorno de los rellenos sanitarios, situación actual de los rellenos sanitarios en el Perú, situación actual del relleno sanitario Pongor, contaminación por sulfuro de Hidrogeno, contaminación por dióxido de azufre, contaminación por dióxido de nitrógeno, el efecto invernadero, gases del efecto invernadero y definición de términos.

Metodología: tipo de diseño de la investigación, plan de recolección de la información, instrumentos de recolección de la información y plan de procesamiento y análisis estadístico de la información.

Resultados: Niveles de concentración de sulfuro de Hidrogeno, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno determinados en el laboratorio: meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto 2016; comparación de concentraciones de sulfuro de hidrogeno, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno con los límites máximos permisibles establecidos por el ministerio del ambiente y la organización mundial de la salud; meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto 2016; análisis estadístico de los niveles de concentración de sulfuro de hidrogeno, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno: pruebas de supuestos básicos, análisis de varianza para el H₂S SO₂ y NO₂; ubicación de los puntos de muestreo; medición de la variables meteorológicas: en los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto del 2016 en las estaciones de Pongor y Local Central (temperatura, Humedad relativa, presión atmosférica, radiación solar, velocidad de viento y dirección de viento) y ubicación de las estaciones meteorológicas.

Discusión: Niveles de concentración de sulfuro de hidrogeno, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno en el laboratorio y su comparación con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM y OMS. Análisis estadístico: variable H₂S, variable SO₂ y variable NO₂. Las variables meteorológicas: la temperatura y la presión atmosférica, la humedad relativa y la precipitación, la radiación solar, la velocidad de viento y la dirección de viento.

Conclusiones.

Recomendaciones.

Bibliografía.

Apéndice

CONCENTRACIONES DE H₂S, SO₂ Y NO₂ DETERMINADOS EN EL LABORATORIO

Informe de ensayo mes de abril 2016



INFORME DE ENSAYO CA160203

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN " Emissiones de Gases Tóxicos del Refinería Surtido de Pongor y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016 "

Atención : Av. Centenario N° 200 - Independencia
Ing. Alejandro Barba Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire

Procedo de : Refinería Surtido de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Píscu, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash

Coordenadas : 220641 E 8347952 N 3500 msnm

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia : No aplica

LABORATORIO Recepción : Dra. Melissa Torres Rodríguez, Laboratorio de Calidad Ambiental 11 - Mayo 2015 - 16:12 Hrs.
Fecha de análisis : 11 de Mayo al 16 de Mayo 2015

| CÓD. | PARAMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------------------------------------|----------------------|--|---|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 01 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 30/04 AL 01/05/2015 |
| | | | | | Hora muestreo | 11:05 - 11:05 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160203 |
| ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrógeno | µg/m ³ H ₂ S/24 hrs. | Método colorimétrico de Azo de nitrosato (*) | 24 | | 19.40 |
| CA03 | Dioxido de azufre | µg/m ³ SO ₂ /24 hrs. | SP-40 CPH, Appendix-2 to part 50, Método de colorimetría por el Dioxígeno de Sulfuro de Azo de Nitrosato (Parámetro Método, 2015, (*) | 24 | | 5.26 |
| CA04 | Dioxido de Nitrógeno | µg/m ³ NO ₂ /24 hrs. | ASTM D1667 (2005) (*) | 1 | | 14.77 |

(*) LOS MÉTODOS INDICADOS NO HAN SIDO Acreditados por el INACAL - SA.



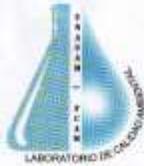
Quím. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
DOP N° 654

Huaraz, 16 de Mayo de 2015

UNASAM

Esta prohíbe la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de preservación.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTO ANTONIO DE BAYBANDA"
Av. Centenario N° 200 Huaraz - Ancash. Telef: 421-631 - Cel: 94362706 / 94362787 RPM # 703722 / RPM # 703723
E-mail: labcam@unasm.edu.pe



INFORME DE ENSAYO CA160204

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN " Emisiones de Gases Tóxicos del Relleno Sanitario de Pongra y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huancá 2015 - 2016 "

Atención : Sr. Cesarale N° 200 - Independencia
: Ing. Alejandro Bobo Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire
: Colapso Bajo, Punto de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongra, Centro Poblado de Pisco, Distrito de Independencia, Provincia de Huancá - Arequipa

Procede de :
Coordenadas : 221063 E 8948189 N 3066 msnm

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia : No existe

LABORATORIO Recepción : Sr. Melissa Torres Rodríguez, Laboratorio de Calidad Ambiental 11, Mayo 2016 - 10:12 Hrs.
Fecha de análisis : 11 de Mayo al 18 de Mayo 2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|--|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 02 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 30/04 AL 01/05/2016 |
| | | | | | Hora de muestreo | 11:05 - 11:05 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160204 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrógeno | µg/m ³ H ₂ S/24hrs | Método colorimétrico de Anil de Metileno (*) | 24 | | 10.00 |
| CA03 | Oxido de azufre | µg/m ³ SO ₂ /24hrs | EN-45 CFR, Appendix 2 to part 30 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide by Fluorimetry (Photometric Method) 2010 (*) | 24 | | 4.93 |
| CA04 | Oxido de Nitrogeno | µg/m ³ NO ₂ /24hrs | ASTM D1607 (2006) (*) | 1 | | 12.87 |

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - OEA



Quím. Mario Leyva Colás
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP N° 554

Huancá, 18 de Mayo de 2016

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dinteñas se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
Av. Camarero N° 200 - Huancá - Arequipa. Telef. 421 431 - Cel. 943635796 / 943337677 RPM. # 703722 / RPM # 703723
E-mail: lab@unasm.edu.pe



INFORME DE ENSAYO CA160205

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN " Emisiones de Gases Tóxicos del Refinerio Surtido de Pongor y su Incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huancá 2015 - 2016 "

Dirección : Av. Censurario N° 200 - Independencia.

Atención : Ing. Alejandro Barba Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire

Procedo de : Cochacampa Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Pispq, Distrito de Independencia, Provincia de Huancá - Ancash

Coordenadas : 221078 E 8947633 N 3123 masn

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente

Referencia : No indica

LABORATORIO Recepción : Srta. Melissa Torres Rodríguez, Laboratorio de Calidad Ambiental (11. Mayo 2015 - 10:12 hrs.)

Fecha de análisis : 11 de Mayo al 18 de Mayo 2015

| COD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|------------------------------|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | Fecha de muestreo |
| | | | | | EMA - 03 | 30/04 AL 01/05/2015 |
| | | | | | Hora muestreo | 11:05 - 11:15 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160205 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de hidrógeno | µg/m ³ (24 hrs.) | Método colorimétrico de Auld de Metileno (*) | 24 | | 10.48 |
| CA03 | Dioxido de azufre | µg/m ³ (24 hrs.) | EPA-81 CFR, Appendix A to part 50, Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in Air - Ambient Air (Pentacarbonyl Method) (2013) (*) | 24 | | 4.45 |
| CA04 | Dioxido de nitrógeno | µg/m ³ (24 hrs.) | ASTM D1667 (2005) (1) (*) | 1 | | 12.40 |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA



Quím. Mario Leyva Covas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
ODP N° 554

Huancá, 18 de Mayo de 2015

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Los contraejemplos o muestras diferentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Censurario N° 200 Huancá - Ancash. Telef. 421 421 - Cel. 943232706 / 943022187 RPM # 703722 / RPM # 703723
E-mail: labca@unasm.edu.pe

Informe de ensayo mes de Mayo 2016



INFORME DE ENSAYO CA160206

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: " Emisiones de Gases Tóxicos del Horno Sario de Pongoy y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huancá 2015 - 2016 "

Dirección : Av. Centenario N° 200 - Independencia

Atención : Ing. Alejandro Barba Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire

Procede de : Refinería Sario de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongoy, Centro Poblado de Plop, Distrito de Independencia, Provincia de Huancá - Arecañ

Coordenadas : 220641 E 8547962 N 3500 msnm

MUESTRO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente

Referencia : No indica

LABORATORIO Recepción : Dra. Aniba Castillo Llanos Laboratorio de Calidad Ambiental 31 - Mayo 2016 - 12:00 PM

Fecha de análisis : 24 de Mayo al 31 de Mayo 2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|----------------------------------|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 01 |
| | | | | | Fecha de muestra | 21/05 AL 22/05/2016 |
| | | | | | Hora muestra | 11:05 - 11:05 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160206 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrogeno | µg/m ³ (2,2) (24 hrs) | Método colorimétrico de Acido de Metileno (*) 1 | 24 | | 16,58 |
| CA03 | Oxido de azufre | µg/m ³ (50) (24 hrs) | SP440 CPM, Apertado 2 hrs por M. Referencia: Method for the Determination of Sulfur Dioxide in Air - Spectrophotometric Method, 2010 (*) 2 | 24 | | 4,72 |
| CA04 | Oxido de Nitrogeno | µg/m ³ (60) (24 hrs) | ADTM 01607 (2008) (*) 3 | 1 | | 12,88 |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.



Huancá, 31 de Mayo de 2016

(Firma)
 Dra. Aniba Castillo Llanos
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 LCA - UNASAM
 COPIN 504

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Los conservadores o muestras dimerdas se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE BIVOLTO"
 Av. Centenario N° 200 - Huancá - Arecañ, Telf: 421 431 - Cel: 94332705 / 94332757 RPN: # 101722 / RPN: # 101723
 E-mail: labam@unasm.edu.pe

PROYECTO DE INVESTIGACION: "Emisiones de Gases Tóxicos del Horno Sulfato de Pongor y su influencia en Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016."

Av. Centenario N° 200 - Independencia

Ing. Alejandro Barba Regalado

Calidad de Aire

Cotuyoc Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Picup, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash

22/06/16

09:45 AM

3000 msnm



INFORME DE ENSAYO CA160208

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN " Emisiones de Gases Tóxicos del Rolero Saneado de Pongor y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016 "

Dirección : Av. Centenario N° 200 - Independencia

Atención : Ing. Alejandro Barba Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire

Procedo de : Contampam Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Pisco, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash

Coordenadas : 221079 E 8947533 N 3123 msnm

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente

Referencia : No indica

LABORATORIO Recepción : Sr. Adán Castillo Llanqui Laboratorio de Calidad Ambiental 24 Mayo 2016 11:03 Hrs.

Fecha de análisis : 24 de Mayo al 31 de Mayo 2016

| COD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|---|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 03 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 21/05 AL 23/05/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 11:05 - 11:05 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160208 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrógeno | Ug/m ³ H ₂ S/24hrs | Método colorimétrico de Aftal de Muriato (*) | 24 | | 11.23 |
| CA02 | Dioxido de azufre | Ug/m ³ SO ₂ /24hrs | DPH-40 OPH Appendix-2 to part 55 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the atmosphere (Passive sampler Method) (1) (*) | 24 | | 3.92 |
| CA04 | Dioxido de Nitrógeno | Ug/m ³ NO ₂ /01 Hrs | ASTM D1907 (2005) (*) | 1 | | 0.80 |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - CA



Ing. Mario Leyva Colias
 Muestrador Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CDP N° 694

Huaraz, 31 de Mayo de 2016

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos solo para las muestras analizadas en el mismo. Las conclusiones o muestras similares se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTO ANTONIO DE MAYOLO"
 Av. Centenario N° 209-Huaraz-Ancash, Telf. 421 431 - Cel. 943032708 / 943032707 NPM # 703722 / NPM # 703723
 E-mail: labcam@unasmail.com

Informe de ensayo mes de Junio 2016



INFORME DE ENSAYO CA160218

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Emisiones de Gases Tóxicos del Refinería Sántiago de Porcay y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huancuz 2015 - 2016."
 Dirección : Av. Centenario N° 200 - Independencia
 Atención : Ing. Alejandro Sotelo Negredo

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire
 Procede de : Refinería Sántiago de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Porcay, Centro Poblado de Picup, Distrito de Independencia, Provincia de Huancuz - Arecañi
 Coordenadas : 220641 E 8347922 N 3500 mnm

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Recepción : Sra. Melissa Torres Rodríguez, Laboratorio de Calidad Ambiental 27 - Junio 2016 - 12:10 Hrs.
 Fecha de análisis : 27 de Junio al 05 de Julio 2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|---|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 01 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 25/06 AL 26/06/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 13:30 - 13:30 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160218 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrógeno | µg/m ³ N ₂ /24 hrs | Método colorimétrico de Añil de Metileno (*) | 24 | | 14.08 |
| CA02 | Oxido de azufre | µg/m ³ SO ₂ /24 hrs | DM-40 CFR, Appendix 2 to part 55, Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide with Nitrogen (Fluorometric Method) (*) | 24 | | 4.95 |
| CA04 | Oxido de Nitrógenos | µg/m ³ NO _x /24 hrs | ASTM D1607 (2005) (*) | 1 | | 13.83 |

(*) Los métodos indicados, no han sido acreditados por el INACAL - SA



Quetz. María Leyva Colles
 Jefa del Laboratorio de Calidad Ambiental
 LCA - UNASAM
 CPE N° 2004

Huancuz, 05 de Julio de 2016

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las copias de muestras o muestras diferentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de parabilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MARIÓLO"
 Av. Centenario N° 200 - Huancuz - Arecañi. Telef. 421 431 - Cel. 943032794 / 943032787 RPN. 8 703722 / RPN 8 703723
 E-mail: labca@unasm.edu.pe



INFORME DE ENSAYO CA160219

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: " Emisiones de Gases Tóxicos del Reflejo Sanitario de Pongor y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016."

Dirección : Av. Centenario N° 200 - Independencia

Atención : Ing. Alejandro Barba Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire

: Cotuyoc Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Picoq, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash

Procede de : 221063 E 8948189 N 3088 msnm

Coordenadas

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente

Referencia : No indica

LABORATORIO Recepción : Sra. Melissa Torres Rodríguez, Laboratorio de Calidad Ambiental(27- Junio/2016 - 12:10 Hrs.

Fecha de análisis : 27 de Junio al 05 de Julio/2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|--|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 02 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 25/06 AL 26/06/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 13:30 - 13:30 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160219 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrogeno | [µg/m ³ H ₂ S]/24 hrs. | Método colorimétrico de Azul de Metileno (*) | 24 | | 12.36 |
| CA03 | Dioxido de azufre | [µg/m ³ SO ₂]/24 hrs. | EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 53, Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Percussive Method) 2010 (*) | 24 | | 4.84 |
| CA04 | Dioxido de Nitrógeno | [µg/m ³ NO ₂]/01 hrs. | ASTM D1907 (2005) (*) | 1 | | 11.43 |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA



Quim. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CCP N° 694

Huaraz, 05 de Julio de 2016

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmantas se conservarán de acuerdo a su tiempo de preservabilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N° 200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 943032706 / 943032767 RPM # 703722 / RPM # 703723
E-mail: labfca@unasm.edu.pe



INFORME DE ENSAYO CA160220

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: " Emisiones de Gases Tóxicos del Redero Sanitario de Pongor y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016."
 Dirección : Av. Centenario N° 200 - Independencia
 Atención : Ing. Alejandro Barba Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire
 : Cochayampi Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Pícup, Distrito de Independencia, Provincia de Huácar - Ancash
 Procedo de Coordenadas : 22°57'9" E 85°47'33" N 3123 msnm

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Recepción : Srta. Melissa Torre Rodríguez, Laboratorio de Calidad Ambiental 27, Junio 2016 - 12:10 Hrs.
 Fecha de análisis : 27 de Junio al 05 de Julio 2016

| CÓD | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|--|---|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 03 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 26/06 AL 30/06/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 13:30 - 13:30 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160220 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrogeno | 1 µg/m ³ H ₂ S/24 hrs. | Método colorimétrico de Azul de Metileno (*) | 24 | | 12.72 |
| CA03 | Dioxido de azufre | 3 µg/m ³ SO ₂ /24 hrs. | 014-06 CFR, Appendix 2 to part 88, Saltzman Method for the Determination of Sulfur Dioxide in Air (Parsocarbonyl Method 2015) (*) | 24 | | 4.88 |
| CA04 | Dioxido de Nitrogeno | 1 µg/m ³ NO ₂ /24 hrs. | ASTM D1687 (2005) (*) | 1 | | 11.62 |

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - OIA.

Huaraz, 05 de Julio de 2016



Quir. Milva Leyva Colias
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP.N° 606

Esta prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmetas se conservarán de acuerdo a su tiempo de preservación

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTO DOMINGO ANTONIO DE MARIYLO"
 Av. Centenario N° 200-Huaraz- Ancash, Telef. 421 421 - Cel. 94332708 / 94332787 / RPM # 703722 / RPM # 703723
 E-mail: labcam@unasm.edu.pe

Informe de ensayo mes de Julio 2016



INFORME DE ENSAYO CA160235

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN " Emisiones de Gases Tóxicos del Refinerio Sanitario de Pongor y su Incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016 "

Dirección : Av. Centenario N° 200 - Independencia

Atención : Ing. Aparicio Santa Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire

Procede de : Refinerio Sanitario de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Poyas, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash

Coordenadas : 220641 E 8847962 N 3500 masn

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente

Referencia : No indica

LABORATORIO Recepción : Dra. Melissa Trive Rodríguez Laboratorio de Calidad Ambiental/06- Agosto 2016 - 08:00 Hrs.

Fecha de análisis : 08 de Agosto al 10 de Agosto 2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | METODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|--|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código de cliente | EMA - 01 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 23/07-AL 26/07/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 12:00 - 12:00 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160237 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrógeno | µg/m ³ H ₂ S/24 Hrs. | Método colorimétrico de Azo de Maitano (*) | 24 | | 13.74 |
| CA02 | Dióxido de azufre | µg/m ³ SO ₂ /24 Hrs. | DM-40 CTR, Apéndice-7 to part 80, Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in Air - Amperometric/Potentiometric Method, 2013 (*) | 24 | | 4.21 |
| CA03 | Dióxido de Nitrógeno | µg/m ³ NO ₂ /24 Hrs. | ASTM D1637 (2005) (*) | 5 | | 12.88 |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

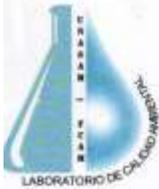


Quim. Mario Leyva Colás
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
COP N° 004

Huaraz, 10 de Agosto de 2016

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos solo para las muestras analizadas en el mismo. Las contra muestras o muestras dímestras se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÓNIOZ DE MAYOLO"
Av. Centenario N° 200 Huaraz - Ancash. Telf: 421 431 - Cel: 943022705 / 943632787 RPN # 701732 / RPM # 701723
E-mail: lab@unsa.edu.pe



INFORME DE ENSAYO CA160236

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Emisiones de Gases Tóxicos del Refrero Sanitario de Pongor y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016."
 Dirección : Av. Centenario N° 200 - Independencia
 Atención : Ing. Alejandro Barba Regatado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire
 : Coluyoc Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Plop, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash
 Procedé de Coordenadas : 221063 E 8948189 N 3086 msnm

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Recepción : Sra. Melissa Torre Rodríguez, Laboratorio de Calidad Ambiental/08-Agosto/2016 - 08:00 Hrs.
 Fecha de análisis : 08 de Agosto al 10 de Agosto/2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|---|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 02 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 23/07-AL 24/07/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 12:00 - 12:00 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160238 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrogeno | (µg/m ³ H ₂ S)/24 hrs | Método colorimétrico de Azul de Metileno (*) | 24 | | 13.27 |
| CA03 | Dioxido de azufre | (µg/m ³ SO ₂)/24 hrs | EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Percussive Method) 2010 (*) | 24 | | 4.08 |
| CA04 | Dioxido de Nitrógeno | (µg/m ³ NO ₂)/01 hrs | ASTM D 1607 (2005) (*) | 1 | | 11.33 |

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA



Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 804

Huaraz, 10 de Agosto de 2016

Esta prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO CA160237

CLIENTE Razón Social: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Emisiones de Gases Tóxicos del Refinería Sanitario de Pongor y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huancayo 2015 - 2016"
 Dirección: Av. Centenario N° 200 - Independencia
 Atención: Ing. Alejandro Barba Hagalato

MUESTRA Tipo: Calidad de Aire
 Proceda de: Cochapunta Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Pcap, Distrito de Independencia, Provincia de Huancayo - Ancash
 Coordenadas: 221070 E 8947633 N 3123 manm

MUESTREO Responsable: Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: No aplica

LABORATORIO Recepción: Srta. Melissa Torres Rodríguez Laboratorio de Calidad Ambiental LCA- Agoayo 2016 - 08:00 Hrs.
 Fecha de análisis: 08 de Agosto al 15 de Agosto 2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------------------------------------|----------------------|---|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 03 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 23/07-AL 24/07/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 12:00 - 12:00 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA160239 |
| ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | | |
| CA1 | Sulfuro de hidrógeno | Lugm ³ H ₂ S/24hrs | Método colorimétrico de Azul de Metileno (*) | 24 | | 13.31 |
| CA2 | Dióxido de azufre | Lugm ³ SO ₂ /24hrs | ETP-43 CFI, Apéndice A-2 to part B; Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in Air - Amperometric Polarographic Method (2010) (*) | 24 | | 4.11 |
| CA3 | Dióxido de nitrógeno | Lugm ³ NO ₂ /24 hrs | ASTM D1607 (2002) (*) | 7 | | 11.04 |

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.



Quím. Mario Leyva Colias
 Muestrador Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 004

Huancayo, 10 de Agosto de 2016

Esta prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Los contramuestras o muestras derivantes se conservan de acuerdo a su tiempo de preservación.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTO DOMINGO DE BAYO" C
 Av. Centenario N° 200-Huancayo- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 94332708 / 94332787 RPN. # 703722 / RPN# 703723
 E-mail: labcam@unsaam.com

Informe de ensayo mes de Agosto 2016



INFORME DE ENSAYO CA160241

CLIENTE Razón Social : PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Emisiones de Gases Tóxicos del Redeno Sencillo de Pungo y su incidencia en la Contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016".
 Dirección : Av. Caceresano N° 200 - Independencia
 Atención : Ing. Alejandro Barba Regalado

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire
 Procede de : Redeno Sencillo de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pungo, Centro Poblado de Pungo, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash
 Coordenadas : 220641 E 8947802 N 3500 msnm

MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental
 Muestreador : No indica

Referencia : Protocolo de Muestreo de Aire / RM-002

LABORATORIO Recepción : Dra. Melissa Torres Rodríguez, Laboratorio de Calidad Ambiental 29 Agosto 2016, DECO HRA
 Fecha de análisis : 20 de Agosto al 08 de Setiembre 2016

| CÓD | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------------------------------------|----------------------|---|---|--------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | Código del cliente | EWA-01 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 20/08 AL 21/08/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 11:30 - 11:50 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA150240 |
| ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrogeno | ug/m ³ H ₂ S/24 hrs | Método colorimétrico de Anil de Metileno (*) | 24 | | 14.43 |
| CA03 | Dióxido de azufre | ug/m ³ SO ₂ /24 hrs | EPA-40 CFR, Appendix 2 to part 50 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide by Nephelometry (Polarographic Method, 2010) (*) | 24 | | 3.94 |
| CAS4 | Dióxido de Nitrógeno | ug/m ³ NO ₂ /24 hrs | AOTM D1907 (2000) (*) | 7 | | 9.60 |

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - SA.

Huaraz, 08 de Setiembre de 2016

David Mario Leyva Colás
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 LCA - UNASAM
 CCP N° 604

Está permitida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Los contramuestras o muestras obrerías se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE BARRILET"
 Av. Caceresano N°200-Huaraz-Ancash, Telf: 421 431- Cel: 94442756 / 94610005 RPN: # 946915028
 E-mail: labcal@unsa.edu.pe

MUESTRA Tipo : Calidad de Aire
 Procede de : Cotuyoc Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Picup, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash
 Coordenadas : 221063 E 8948189 N 3088 marm

MUESTREO Responsable : Laboratorio de Calidad Ambiental
 Muestreador : No indica

Referencia : Protocolo de Monitoreo de Aire / RM-002

LABORATORIO Recepción : Sr. Melissa Torri Rodríguez / Laboratorio de Calidad Ambiental / 29 Agosto 2016 - 08:00 Hrs.
 Fecha de análisis : 29 de Agosto al 06 de Setiembre 2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICIÓN | MUESTRA | |
|------|-----------------------------|---|--|--------------------|------------------------|----------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 02 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 20/08- AL 21/08/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 11:30 - 11:30 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA150241 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrogeno | ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{H}_2\text{S}$) 24 hrs. | Método colorimétrico de Azul de Metileno (*) | 24 | | 10.35 |
| CA03 | Dióxido de azufre | ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{SO}_2$) 24 hrs. | EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 50 Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method, 2010) (*) | 24 | | 3.36 |
| CA04 | Dióxido de Nitrógeno | ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$) 01 hrs. | ASTM D1607 (2005) (*) | 1 | | 8.84 |

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
 SIP: Sistema de Ingreso de Partículas
 CF: Código de Filtro



Quim. Mario Leyva Coillas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Huaraz, 06 de Setiembre de 2016

INFORME DE ENSAYO CA100493

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Emisiones de Gases Tóxicos del Relleno Sanitario de Pongor y su Incidencia en contaminación Ambiental del Distrito de Independencia - Huaraz 2015 - 2016"

v. Centenario N° 200 - Independencia
 Ing. Alejandro Barba Regalado

Calidad de Aire

Cochapampa Bajo, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de Pongor, Centro Poblado de Picup, Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz - Ancash

3129 metros

Muestreador: No indica
 Referencia: Protocolo de Monitoreo de Aire / RM-002
LABORATORIO Recepción: Sra. Melissa Torre Rodríguez/Laboratorio de Calidad Ambiental/29 Agosto/2016 - 08:00 Hrs.
 Fecha de análisis: 29 de Agosto al 06 de Setiembre/2016

| CÓD. | PARÁMETRO | UNIDAD DE MEDIDA EQUIVALENTE | MÉTODO | HORA DE EXPOSICION | MUESTRA | |
|------|------------------------------------|--|--|--------------------|------------------------|----------------------|
| | | | | | Código del cliente | EMA - 03 |
| | | | | | Fecha de muestreo | 20/08- AL 21/08/2016 |
| | | | | | Hora muestreo | 11:30 - 11:30 |
| | | | | | Código del Laboratorio | CA150242 |
| CA | ANÁLISIS DE CALIDAD DE AIRE | | | | | |
| CA01 | Sulfuro de Hidrogeno | ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{H}_2\text{S}$)/24 hrs | Método colorimétrico de Azul de Metileno (*) | 24 | | 9.67 |
| CA03 | Dioxido de azufre | ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{SO}_2$)/24 hrs | EPA-40 CFR, Appendix A-2 to part 50. Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method) 2010 (*) | 24 | | 3.40 |
| CA04 | Dioxido de Nitrógeno | ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$)/01 hrs | ASTM D1607 (2005) (*) | 1 | | 7.01 |

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

SIP: Sistema de Ingreso de Partículas
 CF: Código de Filtro



Quim. Mario Leyva Coñas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Huaraz, 06 de Setiembre de 2016

Acceso al local central de la UNASAM.



Acceso al laboratorio de calidad ambiental de la UNASAM.



Acceso al centro de investigación ambiental para el desarrollo de la UNASAM.

