

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y
ECOTURISMO**

**“CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE POLVO ATMOSFÉRICO
SEDIMENTABLE DE LA *Aptenia cordifolia*
EN UN JARDÍN VERTICAL PILOTO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORA

KATHERINE LISSETT PAREDES GUERRERO

ASESOR

DR. EDWIN JAIME GALARZA ZAPATA

JURADO

MG. GLADYS ROJAS LEÓN

MG. ROGELIA GUILLÉN LEÓN

MG. SAMUEL CARLOS REYNA MANDUJANO

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por iluminarme y guiarme; a mis queridos padres Francisco y Flor por apoyarme incondicionalmente en todo momento y, a mi hermano Omar, por ser mi motor y motivo para seguir adelante.

Agradecimientos

En primera instancia, agradezco a Dios por guiar y bendecir mis pasos dándome salud y fortaleza para lograr cada una de mis metas.

A mis padres Francisco y Flor, por cada día brindarme su amor y apoyo incondicional y por inculcarme valores y principios, fundamentales en mi formación personal y profesional.

A mi pequeño hermano Omar, por llenar mis días de alegría, y ser mi motor y motivo para seguir adelante buscando representar un ejemplo para él.

A toda mi familia, por ser parte de mi vida otorgándome su compañía en los buenos y malos momentos.

A mi asesor el Dr. Edwin Jaime Galarza Zapata por compartir sus conocimientos y experiencia profesional, guiándome en este arduo proceso de investigación.

A todo el equipo de ENVIRO EVOLUTION, y en especial al Ing. Fredy Condori, por el gran apoyo brindado a lo largo del desarrollo de la presente tesis.

A mis amistades, por confiar y creer en mí, y haber hecho de mi etapa escolar y universitaria un trayecto de vivencias inolvidables.

A los docentes informantes y a todos los profesores de mi querida FIGAE, que dieron todo de sí, para contribuir con nuestra formación profesional.

ÍNDICE

I.	Introducción	1
1.1	Descripción y formulación del problema.....	2
1.1.1	Descripción del problema.	2
1.1.2	Formulación del problema.	4
1.2	Antecedentes.....	5
1.2.1	Antecedentes Internacionales.....	5
1.2.2	Antecedentes Nacionales.	10
1.3	Objetivos.....	16
1.3.1	Objetivo general.....	16
1.3.2	Objetivos específicos.....	16
1.4	Justificación	17
1.5	Hipótesis.....	18
1.5.1	Hipótesis general.....	18
1.5.2	Hipótesis específicas	18
II.	Marco teórico	19
2.1	Marco conceptual.....	19
2.1.1	Definición de variables.....	19
2.1.2	Definición de términos básicos	24
2.2	Marco referencial	27
2.2.1	Pared verde o jardín vertical.	27
2.2.2	Clasificación de las paredes verdes.	27
2.2.3	Requerimientos mínimos para implementación de un jardín vertical	32
2.2.4	Componentes de un Jardín Vertical.....	32
2.2.5	Beneficios de los jardines verticales.....	33
2.2.6	Efectos negativos de los contaminantes sedimentables.	40
2.3	Marco legal	44

2.3.1	Ámbito Internacional.....	44
2.3.2	Ámbito Nacional.....	47
2.4	Marco contextual.....	50
2.4.1	Características generales del Distrito de Lima.....	50
2.4.2	Condiciones físicas del Distrito de Lima.....	58
2.4.3	Áreas verdes del Distrito de Lima.....	60
2.4.4	Condiciones sociales del Distrito de Lima.....	61
2.4.5	Calidad del aire del distrito de Lima.....	71
III.	Método.....	81
3.1	Tipo de investigación.....	81
3.1.1	Diseño de investigación.....	81
3.1.2	Nivel de investigación.....	81
3.2	Ámbito temporal y espacial.....	82
3.2.1	Ámbito temporal.....	82
3.2.2	Ámbito espacial.....	82
3.3	Variables.....	83
3.4	Población y muestra.....	84
3.4.1	Población.....	84
3.4.2	Muestra.....	84
3.5	Instrumentos.....	85
3.5.1	Materiales.....	85
3.5.2	Equipos.....	87
3.5.3	Softwares.....	87
3.6	Procedimientos.....	88
3.6.1	Etapa 1. Descripción de las condiciones meteorológicas.....	88
3.6.2	Etapa 2. Diseño y desarrollo del jardín vertical piloto.....	89
3.6.3	Etapa 3. Cuantificación de la capacidad de retención de PAS.....	90
3.6.4	Etapa 4. Propuesta de instalación de jardines verticales.....	93

3.7	Análisis de datos	93
3.7.1	Condiciones meteorológicas de la zona de experimentación.....	94
3.7.2	Diseño e implementación del jardín vertical piloto.....	113
3.7.3	Cuantificación de la capacidad de retención de PAS	125
3.7.4	Estimación de la capacidad de retención de PAS del jardín vertical piloto	144
3.8	Consideraciones éticas.....	146
IV.	Resultados.....	147
4.1	Resultados de las condiciones meteorológicas	147
4.1.1	Temperatura.....	147
4.1.2	Humedad relativa	148
4.1.3	Precipitación	149
4.1.4	Velocidad del viento.....	150
4.1.5	Dirección del viento	152
4.2	Resultados del diseño y desarrollo del jardín vertical piloto	153
4.3	Resultados de la capacidad de retención de PAS.....	155
4.4	Resultados de la propuesta de instalación de jardines verticales	156
4.4.1	Retención o captura de PAS del ambiente.....	157
4.4.2	Estimación económica de la propuesta.....	157
V.	Discusión de resultados.....	159
VI.	Conclusiones	163
VII.	Recomendaciones	166
VIII.	Referencias.....	167
IX.	Anexos... ..	176

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Especie vegetal <i>Aptenia cordifolia</i>	21
<i>Figura 2.</i> Sistema de espalderas.	28
<i>Figura 3.</i> Sistema de cables.	29
<i>Figura 4.</i> Sistema modular.....	31
<i>Figura 5.</i> Sistema de fieltro.	31
<i>Figura 6.</i> Población del Cercado de Lima por años según INEI.	62
<i>Figura 7.</i> Nivel de informalidad de las empresas en Lima Cercado.	65
<i>Figura 8.</i> Unidades económicas por actividad económica.	66
<i>Figura 9.</i> Actividades económicas por zonas en el distrito del Cercado de Lima.	70
<i>Figura 10.</i> Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 0.	95
<i>Figura 11.</i> Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio durante el mes 0.....	96
<i>Figura 12.</i> Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio durante el mes 0.	97
<i>Figura 13.</i> Rosa de vientos del mes 0.	98
<i>Figura 14.</i> Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 1.	99
<i>Figura 15.</i> Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 2.	100
<i>Figura 16.</i> Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 3.	101
<i>Figura 17.</i> Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 4.	101
<i>Figura 18.</i> Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 1.	102
<i>Figura 19.</i> Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 2.	103
<i>Figura 20.</i> Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 3.	103
<i>Figura 21.</i> Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 4.	104
<i>Figura 22.</i> Precipitaciones de los meses de experimentación.	105
<i>Figura 23.</i> Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio del mes 1.	106
<i>Figura 24.</i> Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio del mes 2.	107
<i>Figura 25.</i> Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio del mes 3.	107
<i>Figura 26.</i> Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio del mes 4.	108

<i>Figura 27.</i> Rosa de vientos del mes 1.	109
<i>Figura 28.</i> Rosa de vientos del mes 2.	110
<i>Figura 29.</i> Rosa de vientos del mes 3.	111
<i>Figura 30.</i> Rosa de vientos del mes 4.	112
<i>Figura 31.</i> Diseño del jardín vertical piloto en el software AUTOCAD.	113
<i>Figura 32.</i> Estructura metálica del jardín vertical piloto.	114
<i>Figura 33.</i> Elaboración de la capa impermeabilizante.	115
<i>Figura 34.</i> Mantas verticales para jardín vertical piloto.	116
<i>Figura 35.</i> Disposición de los bolsillos en las mantas verticales.	116
<i>Figura 36.</i> Distribución de la manguera en el jardín vertical piloto.	117
<i>Figura 37.</i> Tanque de almacenamiento de agua.	118
<i>Figura 38.</i> Implementación final del sistema de riego del jardín vertical piloto.	118
<i>Figura 39.</i> Sistema de drenaje del jardín vertical piloto.	119
<i>Figura 40.</i> Recipientes colectores del agua de drenaje.	119
<i>Figura 41.</i> Tierra negra y musgo seco utilizados como sustrato.	120
<i>Figura 42.</i> Instalación de las especies vegetales.	121
<i>Figura 43.</i> Pesos de bolsillos del jardín vertical piloto (sustrato y especie vegetal).	123
<i>Figura 44.</i> Recubrimiento del jardín vertical piloto.	124
<i>Figura 45.</i> Temperatura y capacidad de retención de PAS.	148
<i>Figura 46.</i> Influencia de la humedad relativa en la capacidad de retención de PAS.	149
<i>Figura 47.</i> Influencia de la precipitación en la capacidad de retención de PAS.	150
<i>Figura 48.</i> Influencia de la velocidad del viento en la capacidad de retención de PAS.	151
<i>Figura 49.</i> Rosa de vientos del período de experimentación.	152
<i>Figura 50.</i> Instalación del jardín vertical piloto (10/06/19).	153
<i>Figura 51.</i> Jardín vertical piloto en el primer y segundo mes de experimentación.	154
<i>Figura 52.</i> Jardín vertical piloto en el tercer y cuarto mes de experimentación.	154
<i>Figura 53.</i> Capacidades de retención de PAS de los meses de experimentación.	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ficha informativa de la especie vegetal Aptenia cordifolia</i>	22
Tabla 2. <i>Valores guía establecidos por la OMS</i>	45
Tabla 3. <i>Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiente (NAAQS)-EPA</i>	46
Tabla 4. <i>Estándares de Calidad Ambiental para Aire - MINAM</i>	48
Tabla 5. <i>Valores guía utilizados por DIGESA Y SENAMHI y metodología empleada</i>	49
Tabla 6. <i>Superficie de área verde urbana por habitante en Lima Metropolitana (m²/hab)</i>	60
Tabla 7. <i>Población por sexos del distrito de Lima (Censo 2017)</i>	62
Tabla 8. <i>Población por grupos de edad del distrito de Lima, por sexo (Censo 2017)</i>	63
Tabla 9. <i>Principales espacios de producción en la Provincia de Lima</i>	66
Tabla 10. <i>Unidades económicas de actividades con giro de comercio en el distrito de Lima</i>	67
Tabla 11. <i>Unidades económicas de actividades con giro de comercio en el distrito de Lima</i>	68
Tabla 12. <i>Unidades económicas de actividades con giro de industria en el distrito de Lima</i>	69
Tabla 13. <i>Sectores y número de predios catastrales con actividad económica</i>	70
Tabla 14. <i>Promedio mensual de PM_{2,5} en el aire del distrito de Lima, 2001-2016 (µg/m³)</i>	73
Tabla 15. <i>Promedio mensual de PM₁₀ en el aire del distrito de Lima, 2007-2016 (µg/m³)</i>	75
Tabla 16. <i>Concentración promedio de polvo atmosférico sedimentable en las estaciones de muestreo de la red de Lima Metropolitana, 2006-2013 (Toneladas/ km²/ mes)</i>	77
Tabla 17. <i>Concentración de polvo atmosférico sedimentable en Lima Metropolitana, según núcleos principales, 2011-2013 (Toneladas/km²/mes)</i>	79
Tabla 18. <i>Coordenadas de ubicación del jardín piloto</i>	83
Tabla 19. <i>Variables e indicadores</i>	83
Tabla 20. <i>Precipitaciones de los meses de experimentación</i>	105
Tabla 21. <i>Peso de las especies vegetales</i>	121
Tabla 22. <i>Peso de los bolsillos del jardín vertical piloto (sustrato y especie vegetal)</i>	122
Tabla 23. <i>Masas de PAS de hojas muestreadas (mes 1)</i>	126
Tabla 24. <i>Masa de PAS de hojas muestreadas (mes 2)</i>	127

Tabla 25. <i>Masa de PAS de hojas muestreadas (mes 3)</i>	128
Tabla 26. <i>Masa de PAS de las hojas muestreadas (mes 4)</i>	129
Tabla 27. <i>Superficies foliares de hojas muestreadas (mes 1)</i>	130
Tabla 28. <i>Superficies foliares de hojas muestreadas (mes 2)</i>	131
Tabla 29. <i>Superficies foliares de hojas muestreadas (mes 3)</i>	132
Tabla 30. <i>Superficies foliares de hojas muestreadas (mes 4)</i>	133
Tabla 31. <i>Capacidades preliminares de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 1)</i>	135
Tabla 32. <i>Capacidades preliminares de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 2)</i>	136
Tabla 33. <i>Capacidades preliminares de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 3)</i>	137
Tabla 34. <i>Capacidades preliminares de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 4)</i>	138
Tabla 35. <i>Capacidades de retención de PAS de meses de experimentación (preliminares)</i>	139
Tabla 36. <i>Q exp. de capacidades de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 1)</i>	140
Tabla 37. <i>Q exp. de capacidades de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 2)</i>	141
Tabla 38. <i>Q exp. de capacidades de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 3)</i>	142
Tabla 39. <i>Q exp. de capacidades de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 4)</i>	143
Tabla 40. <i>Superficie foliar promedio (cm²)</i>	144
Tabla 41. <i>Estimación de masa de PAS que retendrá la cubierta vegetal.</i>	145
Tabla 42. <i>Masa de PAS a retener por 1 y 1000 m² de cubiertas vegetales</i>	146
Tabla 43. <i>Temperaturas registradas en la zona de experimentación</i>	147
Tabla 44. <i>Humedades relativas promedio en la zona de experimentación</i>	148
Tabla 45. <i>Precipitaciones en la zona de experimentación</i>	149
Tabla 46. <i>Velocidades del viento promedio en zona de experimentación</i>	151
Tabla 47. <i>Dirección del viento predominante en zona de experimentación</i>	152
Tabla 48. <i>Capacidades de retención de PAS de los meses de experimentación</i>	155
Tabla 49. <i>Estimación de masa de PAS a retener por 100 000 m² de jardines verticales</i>	157
Tabla 50. <i>Costos de instalación de 100 000 m² de jardines verticales.</i>	158
Tabla 51. <i>Costos de operación y mantenimiento anual</i>	158

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones técnicas del termohigrómetro Modelo RHT10.....	177
Anexo 2. Registros de temperatura y humedad relativa del Termohigrómetro RHT 10	179
Anexo 3. Datos meteorológicos de la Estación Campo de Marte (SENAMHI).....	189
Anexo 4. Plano de ubicación del jardín vertical piloto.	199
Anexo 5. Plano de componentes del jardín vertical piloto.....	201
Anexo 6. Plano de diseño de la estructura metálica del jardín vertical piloto.	203
Anexo 7. Ficha técnica de las mantas del jardín vertical piloto.	205
Anexo 8. Procedimiento de laboratorio.....	206
Anexo 9. Cálculo de las superficies foliares de las hojas muestreadas.	212
Anexo 10. Valores críticos para la prueba de discordancia de tipo Dixon N7 de un valor atípico superior en una muestra normal.....	217
Anexo 11. Costo total de investigación.....	218

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación del Distrito de Lima	51
Mapa 2. Límites del Distrito de Lima	53

+

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo determinar la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la *Aptenia cordifolia* en un jardín vertical piloto, con la finalidad de proponer su implementación para mitigar la contaminación atmosférica en el distrito de Lima; empleándose el método deductivo y el método estadístico (Prueba Q Dixon) para el manejo de los datos cuantitativos. El jardín vertical piloto se construyó e implementó en los exteriores de la Consultora de Investigación Ambiental ENVIRO EVOLUTION, situada en la Av. España 288, en el distrito de Lima. Así mismo, el muestreo y los análisis de laboratorio se realizaron mensualmente durante un período de cuatro meses, desde el 10 junio hasta 09 de octubre del año 2019; utilizando la metodología de referencia “The Standars methods for the examination of Water and Waste Water” para el cálculo de los sólidos totales o polvo atmosférico sedimentado en las hojas de la especie en estudio. De esta manera, producto de los análisis respectivos, se concluyó que la capacidad de retención de PAS de la *Aptenia cordifolia* fue en promedio $0,9253 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$, obteniendo un valor mínimo de $0,3819 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ y un valor máximo de $1,5490 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$. Finalmente, se infirió que el jardín vertical piloto instalado capturaría $5377,40 \text{ mg}$ de PAS por mes, ratificando así la importancia de su implementación para la mejora de la calidad del aire y, en consecuencia, mejora de la calidad de vida de la población del distrito de Lima.

Palabras clave: Capacidad de retención, polvo atmosférico sedimentable, jardín vertical, *Aptenia cordifolia*, calidad del aire.

Abstract

The purpose of this research is to determine the retention capacity of sedimentary atmospheric dust of *Aptenia cordifolia* in a pilot vertical garden, in order to propose its implementation to mitigate air pollution in the district of Lima; using the deductive method and the statistical method (Test Q Dixon) for the handling of quantitative data. The pilot vertical garden was built and implemented outside the Environmental Research Consultant ENVIRO EVOLUTION, located on Av. España 288, in the district of Lima. Likewise, sampling and laboratory analyzes were performed monthly for a period of four months, from June 10 to October 9, 2019; using the reference methodology "The Standards methods for the examination of Water and Waste Water" for the calculation of total solids or sedimented atmospheric dust on the leaves of the species under study. Thus, as a result of the respective analyzes, it was concluded that the retention capacity of PAS of *Aptenia cordifolia* was on average 0,9253 mg/cm²/month, obtaining a minimum value of 0,3819 mg /cm²/month and a maximum value of 1,5490 mg/cm²/month. Finally, it was inferred that the pilot vertical garden installed would capture 5374,91 mg of PAS per month, thus confirming the importance of its implementation for the improvement of the air quality and, consequently, improvement of the quality of life of the population of the district of Lima.

Key words: Retention capacity, sedimentable atmospheric dust, vertical garden, *Aptenia cordifolia*, air quality.

I. Introducción

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Está presente en todas las sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye un fenómeno que tiene particular incidencia sobre la salud del hombre. (Romero, Diego y Álvarez, 2006, p.1) De este modo, el material particulado representa uno de los principales contaminantes, ya que puede acumularse en el sistema respiratorio y generar diversos efectos negativos expresados en el aumento de enfermedades respiratorias, como la bronquitis, y la exacerbación de los efectos de otras enfermedades cardiovasculares (Díaz y Páez, 2006).

En este contexto, las áreas verdes urbanas representan un factor fundamental para la mejora de la calidad del aire gracias a su efecto depurador del ambiente, al filtrar el aire con polvo en suspensión a través de su follaje. Siendo así, los jardines verticales o muros verdes, una alternativa que permite mitigar la contaminación atmosférica, y, en consecuencia, mejorar el bienestar económico, social y ambiental de la urbe.

Es por ello que la presente investigación tiene como finalidad determinar la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la especie *Aptenia cordifolia* en un jardín vertical piloto, para así obtener resultados que fundamenten y propicien su implementación, medida que deberá ser contemplada en las políticas de planificación urbanística por las autoridades competentes.

1.1 Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del problema.

Las ciudades albergan actualmente a más de la mitad de la población mundial, una proporción que puede aumentar hasta dos tercios en el año 2050 (Neyra, 2018). Este continuo proceso de urbanización representa una seria amenaza para el ambiente, así como para la salud y la calidad de vida de sus habitantes; debido que genera nuevos procesos económicos, estando generalmente acompañado de un incremento en las actividades industriales, mayores tasas de motorización, superiores consumos de combustible y, por ende, una mayor generación de emisiones contaminantes al aire (Franco, 2012). Siendo, el material particulado con diámetro de 10 micras o menos, el contaminante atmosférico más relevante para la salud (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2016); al penetrar muy adentro en los pulmones y el torrente circulatorio, acumulándose en el organismo y, pudiendo causar cáncer y enfermedades cardiovasculares (Neyra, 2018).

Según la Base de Datos Mundial sobre Contaminación del Aire Ambiental Urbano, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016), después de Santa Gertudres, Brasil (95 ug/m^3 de PM_{10}), Lima es la segunda ciudad más contaminada de América Latina (88 ug/m^3 de PM_{10}). Así mismo, el II Estudio de Saturación de la Calidad del Aire de Lima Metropolitana y el Callao, señala a ésta como una ciudad donde predomina el material particulado, problema no solo asociado a las emisiones de humo de vehículos y fábricas, sino también, afectado por la existencia de muchas áreas con escasa vegetación o sin pavimento (Ministerio de Salud [MINSAL], 2012). Siendo así que, Lima Metropolitana cuenta con $3,29 \text{ m}^2$ de áreas verdes urbanas por habitante, lo que representa tan solo el 37 % del estándar recomendado por la OMS, el cual es de 9 m^2 por persona (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2018).

Como consecuencia de la problemática citada, viene acrecentándose la morbilidad en la población, producida por enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Por lo cual, se estima que hacia el 2050 el número de muertes prematuras derivadas de la exposición a partículas suspendidas aumentará más del doble y alcanzará 3,6 millones cada año en el mundo, convirtiéndose en la principal causa ambiental de mortalidad prematura mundial (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2012). De igual modo; se percibirá un mayor deterioro del paisaje urbano al depositarse polvo atmosférico en las distintas instalaciones y al mermarse las áreas verdes producto del emplazamiento de nuevas construcciones; lo que, en conjunto, conllevaría a la disminución de la calidad de vida de la población.

Ante esta realidad, es necesario mitigar los efectos mencionados, aplicando nuevas alternativas como los jardines verticales o muros verdes, los cuales consisten en el cubrimiento total o parcial de una superficie vertical con plantas, lo que no solo ahorra espacio, sino crea un gran impacto visual y ambiental (Vintimilla, 2013), generando beneficios tales como: la regulación del confort térmico y la recepción de gases y partículas contaminantes, a la vez que propician un valor estético visual; convirtiéndose en un medio para la interacción social. Por ello, con la presente investigación se busca determinar la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la *Aptenia cordifolia* en un jardín vertical piloto, a fin de proponer su implementación como herramienta para el control y reducción de las emisiones de material particulado, así como para el incremento de la superficie de áreas verdes en las ciudades, resaltando así su importancia en la mejora de calidad de vida urbana.

1.1.2 Formulación del problema.

1.1.2.1 Problema principal.

- ¿Cuál es la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la *Aptenia cordifolia* en un jardín vertical piloto?

1.1.2.2 Problemas secundarios.

- ¿Cuáles son las condiciones meteorológicas de la zona seleccionada para la instalación del jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia*?
- ¿Cómo diseñar y desarrollar un jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia* en la zona seleccionada?
- ¿Cómo cuantificar la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la *Aptenia cordifolia* en un jardín vertical piloto?
- ¿Qué alternativa se puede proponer para reducir la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el Distrito de Lima?

1.2 Antecedentes

La contaminación por polvo atmosférico sedimentable (PAS) ha sido y continúa siendo un tema de relevancia para diversos países en cuanto a la calidad del aire de las urbes. Producto de ello, se han realizado diversos estudios sobre la presencia de dicho contaminante en el ambiente urbano y la influencia de las áreas verdes urbanas en la mitigación de dicha problemática. Por consiguiente, producto de la revisión de diversas bibliografías, se dispone de los siguientes antecedentes:

1.2.1 Antecedentes Internacionales.

- **Zegarra (2018)** realizó la tesis titulada “*Determinación de especies vegetales para la captura y retención de material particulado en la zona urbana de la ciudad de Cuenca*”, en la Universidad de Cuenca, Ecuador; la cual tuvo como finalidad determinar la capacidad de acumulación de material particulado (MP) en cuatro especies arbóreas comúnmente cultivadas a lo largo de las vías de la ciudad de Cuenca (*T. stans*, *S. molle*, *C. citrinus* y *P. balsamífera*). Se cuantificó el MP depositado en las superficies foliares mediante análisis gravimétrico y, se evaluó cualitativamente características morfológicas como rugosidad y pubescencia para determinar su influencia en la captura de MP. Como resultado, se observó que la especie *T. stans*, presentó la mayor capacidad de retención de MP, seguida por *S. molle*, *C. citrinus* y *P. balsamífera*. Así mismo, se determinó la inexistencia de una relación lineal entre la acumulación de MP de las especies y la rugosidad o pubescencia, debido a los bajos valores de los coeficientes de determinación; a pesar que, en otros estudios, con análisis de un mayor número de especies, se ha establecido

que la acumulación de MP depende del tipo de vegetación, características de las hojas y de las ramificaciones propias de cada especie.

- **Bravo (2017)** presentó la tesis denominada “*Determinación y caracterización de material particulado sedimentable en el casco urbano del Cantón Portovelo*”, en la Universidad de Cuenca, Ecuador. El estudio consistió en determinar las concentraciones de material particulado sedimentable (MPS) en 12 puntos de monitoreo y, estimar el contenido de metales pesados en 5 muestras seleccionadas. En efecto, se encontró que tan solo el punto MSP07, no superó el límite máximo permisible de $1 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30 \text{ días}$, establecido por la Normativa Ambiental Ecuatoriana, pudiendo deberse al bajo tránsito vehicular del sector. Mientras que, haciendo referencia a las directrices de la Organización Mundial de la Salud, todos los puntos analizados superaron el límite máximo permisible de $0,5 \text{ mg/cm}^2 \cdot 30 \text{ días}$. Adicionalmente, se demostró que las concentraciones de metales pesados, tales como Cd, Cr, Mn, Hg, Ni, Pb y Zn, en el sector minero-industrial de “El Pache”, superaron en 97,5, 91,7, 58,5, 81,8, 99, 73,3, 93,6 y hasta 89,7% los resultados reportados en el área céntrica (punto MSP02) respectivamente.
- **Villacrés (2015)** presentó la tesis: *Evaluación de la contaminación atmosférica de la Ciudad de Ambato relacionada con el material particulado sedimentable*, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador; llevándose a cabo un monitoreo pasivo en 6 puntos de muestreo seleccionados. Los resultados señalaron 3 puntos (parroquias) en donde existen valores promedio superiores

al límite establecido por la OMS ($0,5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$): Huachi Chico, Izamba y Pishilata con $0,65$, $0,66$ y $0,56 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ respectivamente. De esta manera, se concluyó la existencia de valores elevados de material particulado sedimentable en varias zonas de la ciudad, lo cual puede influir en la salud de la población; por lo que se recomendó a la Municipalidad de Ambato la aplicación de un plan de mitigación que incluye medidas de reforestación, control de actividades generadoras de material particulado, así como campañas de socialización.

- **Baca y Vásquez (2015)** publicaron el artículo científico “*Estudio comparativo de la influencia de las zonas arboladas urbanas en la calidad del aire de Ciudad Juárez, Chihuahua, México*”, el cual tuvo como objetivo determinar las diferencias en concentraciones para las fracciones de partículas suspendidas medidas asociadas al efecto de la vegetación. De acuerdo con los resultados, se afirmó que la presencia de vegetación disminuye la concentración de material particulado en las zonas urbanas. Las concentraciones medidas de cinco fracciones de partículas suspendidas (PM_1 , $PM_{2.5}$, PM_4 , PM_{10} y PM_{tot}) mostraron una diferencia favorable medible entre la zona arbolada y la zona no arbolada, lo cual fue posible atribuirse a la vegetación presente en el sitio arbolado. La información obtenida en este estudio resultó ser un respaldo para justificar el financiamiento de la implementación de infraestructura verde, dentro de las medidas para mejorar la calidad del aire en zonas urbanas y contribuir a mejorar la salud de los habitantes.

- **Vieco (2014)** realizó la investigación titulada “*Estimación de la remoción de material particulado por parte de tres especies arbóreas en un corredor vial de Medellín*”, en la Universidad EIA, Colombia. En el presente estudio se estimó la retención de material particulado por parte de tres especies arbóreas, chiminango (*Pithecellobium dulce*), casco de vaca (*Bauhinia picta*) y guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*), en un corredor vial en la ciudad de Medellín, durante dos períodos de medición (agosto y septiembre), siendo el primero de menor precipitación que el segundo. De acuerdo a los resultados, la especie con mayor capacidad de retención de material particulado por unidad de área foliar, fue el chiminango ($41,54 \mu\text{g}/\text{cm}^2$), seguido del guayacán amarillo ($13,73 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) y, por último, el casco de vaca ($24,98 \mu\text{g}/\text{cm}^2$). Se explicó que las variaciones de material retenido por cada especie se debieron a las diferencias en las características morfológicas y la distribución de las hojas de cada una de ellas, así como por diferencias en las condiciones ambientales externas, como eventos de precipitación, dirección de los vientos y flujo del contaminante. Además, no se encontró diferencia significativa entre los dos periodos cuando las especies se analizaron en conjunto; sin embargo, al analizar cada especie individualmente, se encontró que el chiminango aumentó la retención en el período 2 (de 28,463 a 49,394 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), mientras que el casco de vaca y el guayacán presentaron una disminución.

- **Ferriol, Muñoz, López, Merle y Garmendia (2014)** presentaron el artículo científico “*Capacidad de retención de polvo contaminante de distintas especies de árboles ornamentales en la ciudad de Valencia*” en el XVI

Congreso Nacional de Arboricultura, en España. El objetivo del estudio fue comparar la capacidad de interceptación de polvo atmosférico en las hojas de árboles presentes en calles altamente contaminadas y en parques urbanos, pertenecientes a cuatro especies ampliamente empleadas como árboles ornamentales en la ciudad de Valencia: el braquiquito (*Brachychiton populneus*), la encina (*Quercus ilex subsp. ilex*), el olivo (*Olea europaea*) y el almez (*Celtis australis*). Para lo cual, se muestrearon 4 árboles por especie y zona y se colectaron 25 hojas de cada uno. Se lavaron, se filtró el agua del lavado, y se pesó la materia particulada seca en relación al peso seco de materia vegetal; obteniéndose que la capacidad de retención de polvo atmosférico varió significativamente entre especies, siendo la encina la especie que captó más polvo en sus hojas ($11,92 \pm 2,2$ g polvo/ kg de materia seca), seguida del braquiquito ($6,77 \pm 2,2$ g polvo/ kg de m.s.), el almez ($2,37 \pm 2,2$ g polvo/ kg de m.s.) y el olivo ($3,1 \pm 2,2$ g polvo/ kg de m.s.). Por otro lado, los análisis intra-específicos mostraron que únicamente la encina retuvo significativamente más polvo en ambientes contaminados que en aquellos más limpios, siendo la diferencia muy elevada ($17,65 \pm 11,75$ g polvo/ kg m.s., suponiendo un incremento del 85%), debido probablemente a la abundancia de tricomas en el envés foliar y a su carácter perennifolio.

- **Dalmasso, Candia y Llera (1997)** presentaron el artículo científico “*La vegetación como indicadora de la contaminación por polvo atmosférico*”, en el Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, Argentina. Se trabajó en las inmediaciones del Municipio de Malagueño- La Calera,

Córdoba, donde están instaladas las industrias cementeras de la zona. Se analizó el total de partículas en suspensión depositado sobre el follaje de la vegetación arbórea aledaña, determinándose la cantidad de polvo sedimentable en relación con la materia seca foliar (g polvo sedimentable/ kg de MS follaje). Finalmente, se concluyó que las especies *Acacia caven*, *Geoffroea decorticans* y *Prosopis nigra* fueron las que mostraron una mayor capacidad de retención de polvo atmosférico en su follaje. Por otro lado, cabe resaltar la importancia del análisis del polvo depositado en las hojas de la vegetación, ya que permitió una primera aproximación de carácter cuantitativo, en aquellas zonas donde no existen registros continuos. Es por esta razón que, para estudios de contaminación o impacto ambiental, el contar con registros de polvo sedimentable sobre la vegetación, permite inferir el grado de contaminación y la distribución de ésta.

1.2.2 Antecedentes Nacionales.

- **Angulo (2018)** realizó la tesis denominada “*Capacidad de adsorción de material particulado de la especie arbórea Ficus benjamina en el parque zonal “Mayta Capac”, San Martín de Porres*”, en la Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú; la cual presentó como objetivo conocer la capacidad de adsorción de material particulado de la especie arbórea *Ficus benjamina* en el parque zonal citado, con la finalidad de proponer su sembrío y, de esta manera, minimizar la contaminación del aire. Por consiguiente, se obtuvo que un individuo de *Ficus benjamina* de follaje frondoso tiene una capacidad de adsorción de 6’829,624 mg/árbol/mes; un individuo de follaje intermedio,

1'601,294 mg/árbol/mes; y un individuo de follaje ralo, 405,472 mg/árbol/mes, beneficiando a 576, 135 y 34 habitantes, respectivamente por árbol. Siendo la captación de material particulado del total de árboles en el parque zonal “Mayta Cápac” de 438.76 kg/mes, estimando el beneficio de 36,993 habitantes. Así mismo, se observó que el área con cobertura de *Ficus benjamina* presentó una concentración de material particulado (expresado como Polvo Sedimentable) de 0.5368 mg/cm²/30 días, mientras que el área sin cobertura, 4.5414 mg/cm²/30 días, cuya relación proporcional fue de 1:8.45.

- **Merino (2017)** desarrolló la tesis titulada “*Retención de polvo atmosférico sedimentable en las especies Ficus benjamina y Schinus terebinthifolius en las zonas residencial y comercial de la Avenida Brasil – Pueblo Libre 2017*”, en la Universidad César Vallejo, Perú. La presente investigación tuvo el objetivo de evaluar la cantidad de polvo atmosférico sedimentable (PAS) retenido en las hojas de las especies *Ficus benjamina* y *Schinus terebinthifolius* en las zona residencial y comercial de la Av. Brasil. Los periodos de evaluación fueron los meses de setiembre y octubre, además se colectaron muestras iniciales cuyo PAS no tuvo periodo de evaluación. Como resultados se obtuvieron que la especie *Ficus benjamina*, en la zona comercial, retuvo 64.08 mg/kg de materia seca (muestra inicial); en el mes de setiembre, 23.33 mg/kg de m.s. y; en octubre, 12 mg/kg de m.s. Mientras que, en la zona residencial, retuvo 152.54 mg/kg de m.s. (muestra inicial); y en los meses de setiembre y octubre, 77.69 mg/kg y 25 mg/kg de m.s. respectivamente. Por otro lado, la especie *Schinus terebinthifolius*, en la zona comercial, retuvo 91.50 mg/kg de m.s. (muestra

inicial); en setiembre, 24.13 mg/kg de m.s. y; en octubre, 14 mg/kg de m.s. En la zona residencial retuvo 82.88 mg/kg de m.s. (muestra inicial); y en setiembre y octubre, 50.38 y 15 mg/kg de m.s. respectivamente. Concluyéndose que las especies *Ficus benjamina* y *Schinus terebinthifolius*, retuvieron mayor polvo atmosférico sedimentable en la zona residencial que en la zona comercial; y a su vez, retuvieron mayor PAS en el mes de setiembre que en el de octubre.

- **Rodríguez (2017)** efectuó la investigación denominada: “*Polvo atmosférico sedimentable y su incidencia en las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Los Olivos, 2017*”, en la Universidad César Vallejo, Perú. En base a los resultados estadísticos obtenidos de la correlación de Pearson, se concluyó lo siguiente: La concentración de polvo atmosférico sedimentable (PAS) se relaciona muy fuertemente con los casos de infecciones respiratorias agudas (IRAs) en niños menores de 5 años; ya que, al variar 1 tonelada de polvo atmosférico sedimentable, varía en 34 los casos de IRAs. De tal manera, se infirió que existe una influencia del 86.6% de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en los casos de infecciones respiratorias agudas.
- **Condori (2016)** realizó la tesis titulada: “*Naturación de azotea aplicando *Aptenia cordifolia* y su efecto sobre la temperatura y humedad relativa, en un sistema piloto*”, en la Universidad Federico Villarreal, Perú. El diseño e instalación de la cubierta vegetal de *Aptenia cordifolia*, especie que se adaptó rápidamente a las condiciones físicas del área de estudio, se realizó mediante dos celdas, contando cada una con cuatro capas y una estructura de madera de

2 m. de largo por 1 m. de ancho y 0.25 m. de altura, cubriendo un total de 4 m². Por consiguiente, se evidenció una reducción de la temperatura de hasta 4.46 °C en promedio, y un incremento de la humedad relativa de hasta 17.41 % en promedio, por la azotea con cubierta vegetal. La variación entre estos dos parámetros mostró un comportamiento termorregulador, reduciendo la temperatura cuando esta se presenta con mayor magnitud e incrementando la humedad relativa, cuando esta se presenta con valores muy bajos durante el día. Finalmente, se determinó que la naturación de azoteas proyectada para el distrito de Breña, incrementaría la densidad de áreas verdes de 0.74 m²/hab. a 1.16 m²/hab. logrando aumentar en 0.42 m² /hab.; generando nuevos espacios de atenuación y condiciones ambientales favorables para los usuarios.

- **Torres (2016)** presentó la investigación titulada “*Reducción del Polvo Atmosférico Sedimentable a través de Ficus Benjamina y Salix Humboldtiana en el distrito de San Martin De Porres*”, en la Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú; en la cual se cuantificó mediante métodos gravimétricos pasivos las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable en el follaje de las especies vegetales. De este modo, las concentraciones de PAS obtenidas en *Ficus benjamina* y *Salix humboldtiana* fueron de 44,57 y 11,52 Tn/km²/mes respectivamente para muestras de vidrio con solución captadora; mientras que dichas concentraciones fueron de 0,515 y 0,204 gr PAS/gr masa vegetal en muestras biológicas; determinando así que la especie que posee mayor aptitud de captura de PAS es la especie *Ficus benjamina*, al poder captar entre 80 y 100 % más polvo que la especie *Salix humboldtiana*. Por ende, se concluyó

que ambas especies pueden reducir la concentración de PAS en el ambiente mediante la implementación de planes de arborización con el uso de ellas.

- **Chipoco y Valencia (2015)** desarrollaron el estudio: *Determinación de la capacidad de adsorción de material particulado en el aire en una especie arbórea Schinus terebinthifolius y una rastrera Aptenia cordifolia en el condominio La Quebrada – Cieneguilla*, en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, llegando a las siguientes conclusiones: La especie *Schinus terebinthifolius* “molle costeño” presentó una capacidad de adsorción de material particulado de 1.18 mg/cm²/30d, la cual representó un 66.2% más respecto a la de *Aptenia cordifolia* “señorita”, con 0.71 mg/cm²/30d. Además, la *Aptenia cordifolia* tiene la capacidad de retener el 77.3% del total de PAS que está sedimentado sobre su superficie, evitando así que nuevas partículas y partículas ya precipitadas contaminen el ambiente por acción del viento. Por ello, las especies arbóreas reducen la concentración de PAS del ambiente, lo cual sumado a la función fijadora de polvo que cumplen las especies rastreras, genera una sinergia orientada a mejorar la calidad del aire en relación a este contaminante y por ende mejora la calidad de vida de las personas.
- **Alegre, Mejía, Vásquez y Espinoza (2007)** desarrollaron el trabajo de investigación: *“Determinación de la capacidad de adsorción de material particulado en el aire de 3 especies arbóreas en 2 avenidas principales en el Distrito de Cercado de Lima”*, en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. A través del presente trabajo, se determinó la cantidad de material

particulado en suspensión que pueden adsorber tres especies arbóreas a través de sus hojas; así como la composición del mismo por análisis de laboratorio; llegando a las siguientes conclusiones: Las hojas de Tipa presentaron mayor adsorción tanto de sólidos totales como de plomo y sulfatos, por área foliar (0,001971 kg/m²), seguido del Huaranhuay (0,001461 kg/m²) y el Sauce (0,001220 kg/m²). Sin embargo, en el cálculo de adsorción de material particulado por árbol al mes (kg/árbol/mes), la Tipa resultó ser mucho más eficiente, seguida del Sauce y Huaranhuay; ello se dio principalmente por los diferentes tamaños de copa y área de sombra ya que, a mayor volumen de copa, la adsorción es mayor. Por último, se concluye que las diferencias en la adsorción del MP analizados entre las tres especies dependen de muchos factores, entre los más resaltantes, el tiempo de caída de la hoja, morfología de la hoja, ubicación de los árboles, posición de las trampas, épocas de colección, clima, grado de contaminación de la zona, edad de los árboles, período de riego, entre muchos otros.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

- Conocer la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la *Aptenia cordifolia* en un jardín vertical piloto, mediante el método gravimétrico, con la finalidad de mitigar la contaminación atmosférica en el Distrito de Lima.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar las condiciones meteorológicas de la zona seleccionada para la instalación del jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia*.
- Diseñar y desarrollar un jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia* en la zona seleccionada.
- Cuantificar la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de las hojas de *Aptenia cordifolia* en el jardín vertical piloto.
- Proponer la instalación de jardines verticales con *Aptenia cordifolia* como alternativa para la captura del polvo atmosférico sedimentable en el Distrito de Lima.

1.4 Justificación

La explosión demográfica que enfrenta la urbe limeña retrata una seria amenaza para el ambiente y, por ende, para la salud de sus habitantes. El consecuente incremento, principalmente, de las industrias y del parque automotor conlleva a la generación de mayores emisiones, siendo así, la contaminación del aire, uno de los principales problemas que aqueja a nuestra capital. Situación que se muestra agravada por la reducción de las áreas verdes urbanas, generando un impacto negativo en el paisaje, así como en la calidad de vida de la población.

Es por ello que, con la finalidad de mitigar los efectos de la contaminación atmosférica y contrarrestar la pérdida de áreas verdes urbanas, se presenta como alternativa la implementación de “jardines verticales” o “muros verdes”. La presente propuesta contribuirá a la mejora de la calidad del aire, reduciendo las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable en el ambiente; lo que, al mismo tiempo conllevará un incremento del bienestar socio económico de la población, ya que, al respirar un aire más limpio, los casos de enfermedades respiratorias mermarán y consecuentemente, los gastos relacionados a ellas serán menores. Por otro lado, se estará contribuyendo al aumento de áreas verdes, lo que producirá una satisfacción general de la población al mejorar la calidad visual y acústica percibida.

Finalmente, cabe resaltar que el presente estudio permitirá conocer la incidencia de los jardines verticales en la atenuación del polvo atmosférico sedimentable del ambiente, aportando así a la gestión ambiental urbana al fomentar la implementación de dichas coberturas vegetales, a fin de mejorar las condiciones de vida de la población.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

- El conocimiento de la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la *Aptenia cordifolia* contribuirá a la mitigación de la contaminación atmosférica en el Distrito de Lima.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Las condiciones meteorológicas influirán en la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la *Aptenia cordifolia* en el jardín vertical piloto.
- El jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia* se desarrollará óptimamente bajo las condiciones presentes durante el período de experimentación.
- Las hojas de *Aptenia cordifolia* presentarán una considerable capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable en el jardín vertical piloto.
- La instalación de jardines verticales con *Aptenia cordifolia* representará una alternativa para la captura de polvo atmosférico sedimentable en el Distrito de Lima.

II. Marco teórico

En el presente capítulo se aborda los conceptos fundamentales e información detallada relacionados al tema de investigación, tal como la clasificación de los jardines verticales, sus requerimientos mínimos y beneficios brindados; al mismo tiempo que, se describen los efectos negativos generados por la presencia de polvo atmosférico sedimentable en la atmósfera.

Por otro lado, se expone la normativa internacional y nacional referida a la calidad del aire, con la finalidad de conocer el nivel referencial permisible del contaminante en estudio. En última instancia, se muestra el marco contextual, el cual describe al Distrito de Lima, distrito en el cual se implementó el jardín vertical piloto, mostrando sus características físicas y socio ambientales.

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Definición de variables.

2.1.1.1 Jardín vertical.

Franco, Pérez, Torrent, Juan y Fernández (como se citó en Salazar, 2017) define a los jardines verticales como una alternativa de la jardinería que se basa en el diseño y construcción de superficies recubiertas con vegetación en un plano vertical, su aparición data desde el tiempo de los jardines colgantes de Babilonia, actualmente surgen a necesidades de nivel: estético, alimentarios y ambientales.

Así mismo, los jardines verticales son sistemas de estructuras previamente diseñadas en los cuales crecen las plantas verticalmente y cubren los paramentos de los edificios. Los Muros Vivos se componen de paneles prevegetados, módulos verticales o fieltros

geotextiles plantados, fijados a las paredes mediante marcos estructurales. (Chávez, 2015, p. 26)

Por otro lado, los sistemas vegetales verticales son una innovadora técnica constructiva para la integración arquitectónica de la vegetación en los edificios y su entorno urbano. Ya que, a causa creciente preocupación por los problemas que afectan el medio ambiente, se ha provocado un mayor interés por una arquitectura responsable, que responda mejor a las condiciones medio ambientales y que demande un menor consumo energético. (Navarro, 2013, p.2)

2.1.1.2 *Aptenia cordifolia*

Basado en Condori (2016), la *Aptenia cordifolia*, con nombres comunes como el “rocío” y la “señorita”, es una especie de planta ornamental perteneciente a la familia de las Aizoáceas, con las siguientes características:

- **Origen y ecología:** Nativa del sur de África, ocupa ambientes muy iluminados y, aunque tolera la sombra, resiste largos períodos de sequía; sin embargo, experimenta un crecimiento espectacular cuando recibe abundante agua, tolerando la salinidad moderada.
- **Crecimiento:** Se desarrolla a pleno sol, tal como se diferencia en la Figura 1; sin embargo, también puede colocarse en semisombra. Es amante del calor y la sequedad, casi no tolera las heladas y, podría resistir hasta -4 °C en períodos cortos. Si se encuentra en climas extremos, se puede resguardar en invernaderos o seleccionar esquejes que protegeremos para reubicarlos en la siguiente primavera.

- **Suelo:** Crece especialmente bien en sustrato muy permeable. Si se planta en macetas se debe evitar el riego excesivo y los sustratos de larga duración.
- **Riego:** Necesita poca agua. Resiste mucho tiempo sin ser regada, mas su desarrollo es espectacular si cuenta con abundante agua en un suelo bien drenado.
- **Abono:** No es exigente con la riqueza del suelo, si bien es conveniente abonar ligeramente en otoño y primavera con cualquier abono orgánico.
- **Multiplicación:** Sencilla, en cualquier época del año. Para multiplicarla basta cortar cualquier trocito para que el esqueje enraíce.



Figura 1. Especie vegetal *Aptenia cordifolia*.
Fuente: Ortiz, Lumbreras y Roselló, 2009.

Tabla 1

Ficha informativa de la especie vegetal *Aptenia cordifolia*

FICHA INFORMATIVA	
Nombre científico: <i>Aptenia cordifolia</i>	
Nombre común o vulgar: Rocío, Escarcha, Señorita.	
Familia: Aizoaceae	
Origen: Sudáfrica	
<p>Descripción: Hierba perenne, suculenta, con raíces extendidas sobre el suelo. Planta suculenta, rastrera, de rápido desarrollo.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tallo: Ligeramente 4 angulados, de 30 a 60 cm de largo. ▪ Hojas: Posee hojas ovales, lisas y verdes, de 1 a 3 cm de largo. ▪ Inflorescencia: Flores solitarias en las axilas de las hojas. ▪ Flores: Color rosa fucsia, bisexuales con simetría radial de 1 a 2 cm de diámetro. ▪ Frutos y semillas: El fruto es una cápsula de 1.3 a 1.5 mm de alto. ▪ Raíz: Fibrosa. ▪ Cultivo: A pleno sol o sombra parcial. ▪ Multiplificación: Sencilla en cualquier época del año (esquejes). ▪ Riego: Necesita poca agua. Resiste grandes espacios de tiempo sin ser regada. ▪ Uso: Ornamental, cubre grandes y pequeñas superficies de bajo mantenimiento. 	

Fuente: Vibrans, 2009 y MGA, 2019. Elaboración propia.

2.1.1.3 Polvo atmosférico sedimentable (PAS)

El Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS) o Polvo Sedimentable (PS) está constituido por partículas contaminantes sólidas que sedimentan y se depositan en forma de polvo en las diferentes superficies (edificios y objetos en general de exteriores e interiores, áreas verdes, avenidas y calles con o sin asfalto), desde donde vuelven a ser inyectados al aire por los llamados flujos turbulentos de las zonas urbanas; de este grupo de partículas, las más finas son las más peligrosas ya que tienen una mayor capacidad de penetración en el sistema respiratorio. (Marcos, Cabrera, Laos, Mamani y Valderrama, 2008, p.51)

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2005), los contaminantes sólidos sedimentables (CSS), conocidos también como polvo atmosférico, están constituidos por material tanto inerte como por metales pesados, estos últimos pueden ser Hierro, Plomo, Cadmio, Cromo, Zinc, entre otros. Se acumula en la atmósfera como resultado de la circulación del parque automotor obsoleto, emisiones fugitivas de las fábricas, comercio formal e informal, botaderos clandestinos, malos hábitos de la población, etc., así como de la acción dispersante de los flujos de vientos locales que mantiene el polvo atmosférico en un continuo proceso de suspensión y resuspensión.

Cabe indicar, que la Organización Mundial de la Salud establece un límite referencial permisible para el polvo atmosférico sedimentable, el cual es equivalente a 5 toneladas por kilómetro cuadrado en un mes ($5t/km^2/mes$).

2.1.2 Definición de términos básicos

2.1.2.1 *Naturación urbana.*

Briz y de Felipe (como citó en Urbano, 2013), define a la naturación urbana como la acción de incorporar o fomentar la naturaleza mediante la recuperación de la flora y fauna autóctonas de una manera aceptable y sostenible. Al mismo tiempo, Rudolf (como se señaló en Urbano, 2013) definió la naturación de construcciones como el tratamiento técnico de superficies horizontales, verticales o inclinadas, a diferentes precios, con vegetación especialmente adaptada, para formar una capa multifuncional sobre dichas superficies.

2.1.2.2 *Contaminación atmosférica.*

Según el Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2016), la contaminación atmosférica es la presencia en el aire de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos en concentraciones o niveles tales que puedan constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

De igual manera, se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza. De la definición anterior se desprende que el que una sustancia sea considerada contaminante o no, dependerá de los efectos que produzcan sobre los receptores. (Carnicer, 2008, p.5)

2.1.2.3 Material particulado.

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2015), el material particulado, también denominado “partículas en suspensión”, son fragmentos sólidos o gotas de líquido de tamaño pequeño que pueden tener composición química diversa. La concentración de partículas en el aire se expresa en mg o μg (miligramo o microgramo) de partículas por m^3 de aire. El diámetro mayor de las partículas es su propiedad más importante. Se denomina «PM-10» a las partículas de diámetros inferiores a $10\ \mu\text{m}$ (micrómetros o micras), y «PM-2,5» a las de diámetros inferiores a 2,5 micras (μm).

2.1.2.4 Monitoreo.

“El monitoreo incluye a todas las metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido y durante un tiempo determinado” (Marcos et al., 2008, p.51).

Es una de las herramientas de vital importancia para la fiscalización ambiental. Se realiza para verificar la presencia y medir la concentración de contaminantes en el ambiente en un determinado periodo de tiempo. Los monitoreos forman parte de evaluaciones integrales de calidad ambiental, las cuales son más complejas, y permiten medir las tendencias temporales y espaciales de la calidad del ambiente, identificar fuentes contaminantes y medir los efectos de dichos contaminantes sobre los componentes ambientales (agua, suelo, aire, flora y fauna). (OEFA, 2015, p.8)

2.1.2.5 Método pasivo.

Caracterizado porque no utilizan bombas para la succión del aire y colectan un contaminante específico por medio de su adsorción o absorción en un sustrato químico seleccionado. Después de su exposición durante un apropiado período de muestreo, que varía desde un par de horas hasta un mes, la muestra se regresa al laboratorio, donde se realiza la recuperación del contaminante y después se analiza cuantitativamente. (Marcos et al., 2008, p.51)

2.1.2.6 Método gravimétrico

Método analítico cuantitativo en el cual la determinación de las sustancias, se lleva a cabo por una diferencia de pesos. Existen métodos para conocer la concentración de una muestra en solución, que llevan a cabo precipitaciones de la muestra por medio de la adición de un exceso de reactivo y otros en los que directamente se pesa el material colectado en el filtro. En este último, se determina la masa, pesando el filtro antes y después del muestreo con una balanza a temperatura y humedad relativa controladas. (Marcos et al., 2008, p.51)

2.2 Marco referencial

2.2.1 Pared verde o jardín vertical.

La pared verde, comúnmente conocida como jardín vertical, se refiere a toda forma donde existe vegetación sobre la superficie de una pared. La pared verde, de acuerdo a la tecnología utilizada, se puede dividir en dos categorías: Fachadas Verdes y Muros Verdes. (Palacios, 2014, p.4)

2.2.2 Clasificación de las paredes verdes.

2.2.2.1 Fachadas Verdes.

Las fachadas verdes son un tipo pared verde donde plantas trepadoras o colgantes son manejadas para cubrir estructuras de soporte especialmente diseñadas. Las plantas enraízan en suelo, en la base de estas estructuras, en maceteros o incluso en techos. Las plantas suelen tardar 3 a 5 años antes de lograr la cobertura total. Las fachadas verdes pueden ser fijadas sobre paredes existentes o construidas como estructuras independientes (cercos o columnas). Plantas trepadoras como la hiedra (*Hedera hélix*), han sido utilizadas comúnmente para crear paredes verdes. La estructura de su raíz les permite conectar directamente a una pared, cubriendo toda la superficie. Estas plantas agresivas pueden dañar las paredes y/o crear dificultades en el mantenimiento del edificio. (Palacios, 2014, p.4)

Las innovaciones tecnológicas en Europa y América del Norte han permitido el desarrollo de diversos tipos de enrejados, paneles rígidos y sistemas de cable como apoyo a estas plantas trepadoras, para mantenerlas alejadas de las paredes y otras superficies construidas. (Palacios, 2014, p.4)

“Los dos sistemas de fachadas verdes que se utilizan con frecuencia son: el panel enrejado modular y el cable and Wire-Net cuerda sistemas. Cada uno de estos sistemas se describe a continuación” (Palacios, 2014, p.4).

2.2.2.1.1 Sistema de Espaldera

La piedra angular de este sistema es un panel rígido y ligero, hecho de alambre de acero galvanizado, que soporta el peso de las plantas sobre el enrejado, tal como se presenta en la Figura 2. Este sistema está diseñado para mantener una fachada verde fuera de la superficie de la pared, para evitar que el material vegetal se adhiera a la construcción y proporcione un soporte para el crecimiento de las plantas a través de sus zarcillos, lo que ayuda a mantener la integridad de las paredes. Debido a que las espalderas son rígidas, también pueden ser ubicadas entre estructuras o pueden ser utilizadas como estructuras independientes. (Palacios, 2014, p.4)



Figura 2. Sistema de espalderas.

Fuente: Palacios, 2014.

2.2.2.1.2 *Sistemas de Cable y Cuerdas de Metal*

Los sistemas de cables y cuerdas de metal se usan solos o en red. Los cables individuales se han diseñado para soportar plantas de rápido crecimiento y de follaje denso, tal como se aprecia en la Figura 3. Las redes de metal se utilizan a menudo para apoyar plantas de crecimiento más lento, que necesitan un mayor soporte que se da a través intervalos más estrechos. Esto les da mayor flexibilidad y le proporcionan un mayor grado de aplicaciones de diseño que los cables. Ambos sistemas utilizan cables de acero de alta resistencia, anclas y equipo complementario. (Palacios, 2014, p.4)

“Los diversos tamaños y diseños pueden ser acomodados de una manera flexible Los cables metálicos, verticales y horizontales, conectados a través de abrazaderas transversales” (Palacios, 2014, p.4).



Figura 3. Sistema de cables.
Fuente: Palacios, 2014.

2.2.2.2 Muros Verdes

Son sistemas compuestos por paneles pre-sembrados, módulos verticales o mantas que se fijan verticalmente a una pared o a un marco estructural. Estos paneles pueden ser de plástico, poliestireno expandido o tejido sintético, pudiendo soportar una gran diversidad y cantidad de especies (por ejemplo, una mezcla de helechos, arbustos perennes, flores y plantas comestibles). (Palacios, 2014, p.5)

Debido a la diversidad y la densidad de vegetación, estos muros verdes necesitan de un mantenimiento intensivo (aporte de nutrientes para el crecimiento de las plantas). Hay diferentes tipos, mas la principal diferencia está en si son de interior o de exterior. (Palacios, 2014, p.6)

2.2.2.2.1 Sistema Modular.

Este sistema surgió, en parte, a través del uso de los módulos utilizados en techos verdes, pero con varias innovaciones tecnológicas. Los sistemas modulares, tal como se presenta en la Figura 4, consisten en placas cuadradas o rectangulares, que contienen el medio de crecimiento que soporta al material vegetal. La composición de este medio de crecimiento debe ser adaptado de acuerdo a la combinación de plantas seleccionadas y a los objetivos del diseño. La mayor parte de las necesidades de nutrientes para las plantas se pueden encontrar en los medios de crecimiento dentro de los módulos. El sistema de riego se ubica a diferentes niveles a lo largo de la pared, utilizando la gravedad para mover el agua a través de los medios de crecimiento. Los sistemas modulares son a menudo pre-cultivados, para proporcionar un efecto 'instantáneo' al finalizar la instalación. (Palacios, 2014, p.6)

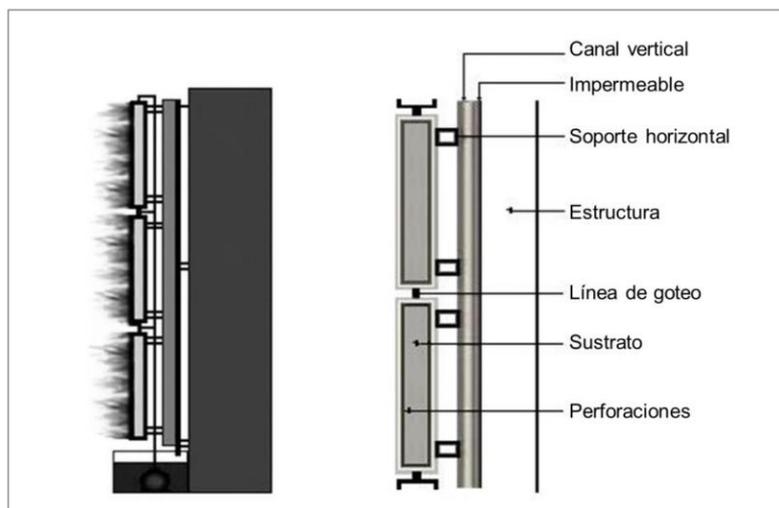


Figura 4. Sistema modular.
Fuente: Palacios, 2014.

2.2.2.2.2 Sistema de Fieltro.

Este tipo de muro verde fue creado por Patrick Blanc. Está compuesto por dos capas de tejido sintético con bolsillos, que les da soporte físico a las plantas y al medio de cultivo. Las paredes de fieltro se apoyan en un marco y en una lámina impermeable, colocada contra la pared del edificio debido a su alto contenido de humedad, tal como se presenta en la Figura 5. Los nutrientes se distribuyen principalmente a través de un sistema de riego que aporta el agua a través de la parte superior del sistema. (Palacios, 2014, p.6)

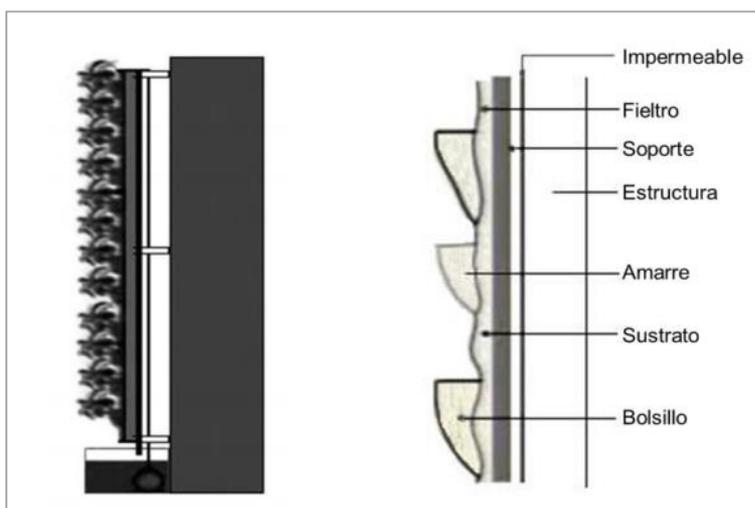


Figura 5. Sistema de fieltro.
Fuente: Palacios, 2014.

2.2.3 Requerimientos mínimos para implementación de un jardín vertical

Un jardín vertical permite mantener de manera sostenible un paisaje vegetal sobre una superficie vertical interior o exterior de un inmueble a través de una adecuada integración entre el inmueble a intervenir, la vegetación escogida, el medio de crecimiento y los factores climáticos y ambientales (tiempo de luz día, velocidad del viento). Por consiguiente, para lograr dicha integración, el sistema debe desempeñar 6 funciones básicas (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015):

- A. Estanqueidad
- B. Drenaje
- C. Capacidad de retención de agua
- D. Consistencia
- E. Nutrición
- F. Filtración

2.2.4 Componentes de un Jardín Vertical.

“Todo sistema de jardines verticales está compuesto por tres tipos de componentes, independientemente de la tecnología empleada” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015, p. 17):

2.2.4.1 Componentes Activos.

Son aquellos que están expuestos a un cambio constante físico - químico para cumplir sus funciones durante la vida útil del sistema. Los componentes activos son elementos biológicos o elementos que soportan la vida en el sistema: Cobertura vegetal y medio de crecimiento. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015, p.17)

2.2.4.2 Componentes Estables.

Componentes inertes del jardín vertical que deben mantener estabilidad química y física para cumplir sus funciones durante la vida útil del sistema. Son aquellos elementos fabricados que cumplen determinadas funciones en el sistema: Membranas de impermeabilización, barreras anti-raíces, barreras filtrantes, medios de drenaje, elementos del sistema de irrigación, etc. La durabilidad de los componentes estables depende de la capacidad de los mismos para resistir con éxito a las condiciones ambientales como la humedad y los agentes orgánicos tales como microorganismos y hongos. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015, p.17)

2.2.4.3 Elementos Auxiliares.

“Elementos inertes estables que cumplen funciones específicas para adaptar correctamente una sección típica del sistema de jardín vertical a la estructura de un inmueble, tales como: separación, confinamiento, protección, evacuación de agua, tránsito, riego, iluminación, etc.” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015, p.17).

2.2.5 Beneficios de los jardines verticales.

2.2.5.1 A nivel del edificio.

2.2.5.1.1 Aislamiento e inercia térmica.

La presencia de una piel vegetal retrasa la transmisión de radiación calorífica hacia el interior y el exterior, pero su capacidad aislante es mucho más eficaz al exterior especialmente durante los meses de verano. Los sistemas verticales verdes producen el doble efecto, de reducir la energía solar incidente en el interior a través de sombras y por lo tanto reducir el flujo de calor en el edificio a través de refrigeración por evaporación, lo que se traduce en ahorro de energía. (Chávez, 2015, p.28)

2.2.5.1.2 Reducción de la temperatura por sombreado.

La estrategia común para evitar el exceso de radiación solar directa, en espacios exteriores, es el sombreado. En este contexto una forma efectiva sería la de cubrir espacios demasiado soleados, mediante vegetación. Esto puede obstruir totalmente el flujo de radiación, logrando una transmisión casi nula, pues el índice de absorbencia de la vegetación en general es alto, siendo su mayor ventaja respecto a los elementos tradicionales (metálicas o plásticas). A diferencia de estas superficies inorgánicas, la energía es absorbida y no produce calor. En ciertos casos la vegetación produce similares efectos de sombra que otros sistemas artificiales, pero aportando además los beneficios del enfriamiento evaporativo reduciendo la energía utilizada para el enfriamiento aproximadamente en un 23%. (Chávez, 2015, p.28)

2.2.5.1.3 Enfriamiento por evapotranspiración.

A través de la evapotranspiración, “un fenómeno que se produce por la evaporación de agua en la cual las moléculas consumen energía provocando una disminución de la temperatura, gran cantidad de radiación solar se convierte en calor latente que no provoca un aumento de temperatura”. Una fachada totalmente cubierta de vegetación puede proteger de la radiación solar en verano ya que las hojas pueden reflejar y absorber entre 40% y 80% la radiación recibida dependiendo la cantidad y el tipo de vegetación. (Chávez, 2015, p.28)

2.2.5.1.4 Variación de los efectos de la incidencia del viento.

El grado de protección frente a los efectos del viento, al ofrecer una barrera vegetal, depende básicamente de la velocidad y dirección del viento, de las dimensiones de la barrera (altura, anchura y longitud), de la densidad y penetrabilidad de la vegetación

que la constituye y finalmente de su forma y rugosidad. El viento juega un papel crucial en la reducción de temperatura dentro de los edificios, de esta manera al protegerlos del viento, la demanda de calefacción puede reducirse en un 25%. (Chávez, 2015, p.29)

2.2.5.1.5 Reducción del ruido ambiental y la contaminación acústica.

Debido a sus propiedades, la vegetación baja y los árboles se utilizan como barreras contra el ruido producido por el tránsito y otras actividades urbanas, la vegetación puede atenuar bajas y altas frecuencias, gracias a su porosidad con un índice de reducción proporcional al número de plantas colocadas, estimando una reducción de entre 2 a 5 dBA, dependiendo la vegetación utilizada. La propiedad acústica de la vegetación consiste en poder enmascarar los ruidos de fondo desagradables, con otros que resultan más agradables al oído humano, ya que ayudan a absorber el eco rebotado en los edificios y a amortiguar los sonidos fuertes. (Chávez, 2015, p.29)

2.2.5.1.6 Mejora de la calidad del aire interior.

La contaminación del aire es un problema que afecta no solo el exterior, sino también el interior, pudiendo este estar más contaminado, dando lugar a un fenómeno conocido como “Síndrome del Edificio Enfermo”. Hay materiales con los que se construyen los edificios que son fuente de elementos químicos que se evaporan en la atmósfera interior por lo que las personas que trabajan o viven en edificios inhalan más de 300 contaminantes todos los días que provienen de fuentes como pinturas, revestimientos, alfombras, productos de limpieza, ceras, etc. Ciertas especies de plantas en muros vegetales son eficientes para absorber y eliminar contaminantes interiores ya que llevan los productos químicos a las plantas y a sus raíces reintroduciendo aire limpio

al edificio. Un estudio sugiere que debe existir un metro cuadrado de material vegetal por cada cien de superficie interior. (Chávez, 2015, p.29)

2.2.5.2 A escala urbana.

2.2.5.2.1 Reducción del efecto isla de calor urbano.

Las ciudades modernas con sus diferentes emplazamientos, densidades, estructuras, materiales y la falta general de vegetación, han alterado las características climáticas de los espacios provocando un aumento de la temperatura urbana conocido como el efecto Isla de Calor, afectando finalmente el interior de los edificios incrementando las sensaciones térmicas y la cantidad de energía utilizada para acondicionarlos. Colocar vegetación en las superficies urbanas, como las envolventes de los edificios, podría mejorar el micro-clima del entorno urbano, así como el clima local de las ciudades. Estudios muestran que los valores pueden reducirse en un promedio de 9 °C durante el día, demostrando que los muros vegetales tienen una fuerte influencia sobre las temperaturas al interior. (Chávez, 2015, p.30)

2.2.5.2.2 Reducción de la escorrentía de aguas pluviales.

El agua al circular sobre estas superficies, recoge todas aquellas partículas, elementos y contaminantes que se han ido acumulando. Esto provoca que cuando se producen fuertes lluvias, la vegetación no tenga capacidad suficiente de drenaje. Las fachadas vegetales ayudan a la gestión de la hidrología urbana y el control de las escorrentías de una manera directa al tener sistemas formados por sustrato y plantas. (Chávez, 2015, p.31)

2.2.5.2.3 Retención de dióxido de carbono.

El dióxido de carbono (CO₂) es un producto de la descomposición de materia orgánica y de la combustión de fósiles. En áreas urbanas su contenido llega a niveles muy altos en donde el oxígeno libre disminuye drásticamente, especialmente si hay ausencia de viento. Además, junto al vapor de agua y otros gases, producen el efecto invernadero causante de la temperatura habitable de la tierra. La vegetación al liberar el oxígeno desempeña una importante acción reguladora en áreas urbanas, de igual manera a través de la fotosíntesis la vegetación transforma el CO₂ en carbono y lo almacena en la biomasa. (Chávez, 2015, p.31)

La captación de partículas se debe a la interacción de las partículas con la superficie de la vegetación (hojas, troncos y ramas). Así las partículas de polvo impactan con las hojas de la vegetación, quedando las más pequeñas pegadas a las láminas de la hoja, mientras que las mayores se depositan gracias a su masa. La vegetación puede actuar como un eficiente filtro biológico, al eliminar cantidades significativas de contaminación por partículas en la atmósfera y el ambiente urbano. Pero el efecto de la vegetación no se limita solo a la captación de partículas. (Chávez, 2015, p.31)

2.2.5.2.4 Conservación de la naturaleza y biodiversidad urbana.

La reducción drástica de un ecosistema es una de las consecuencias del desarrollo de las ciudades modernas. El uso de vegetación en los edificios puede servir de refugio a especies animales como aves o insectos, tanto de forma permanente, como de zona de paso entre grandes áreas verdes como parques y jardines, lo que mejora cuantitativa y cualitativamente la biodiversidad urbana. Hay que señalar que, aunque la arquitectura

vegetada revaloriza la ciudad desde el punto de vista medioambiental, esta no puede reemplazar a la naturaleza. (Chávez, 2015, p.31)

2.2.5.3 A escala social.

2.2.5.3.1 Mejora de la salud y el bienestar.

“Demasiadas ciudades modernas se caracterizan por su apariencia de jungla de asfalto, con grandes masas de hormigón y ladrillo o torres de acero y cristal que configuran su horizonte, y que producen un entorno sombrío e incluso hostil.” La inclusión de paredes verdes en la configuración urbana produce una satisfacción general y hacen que existan diferencias considerables, en la forma de evaluar el entorno urbano, al mejorar la calidad visual y acústica percibida. (Chávez, 2015, p.32)

Los beneficios físico-mentales vienen relacionados a una mejor calidad del aire, menor fluctuación de la temperatura y humedad en el edificio, o mejora de las sensaciones visuales, auditivas y olfativas, apreciando cambios físicos y de conducta, como la mejora de la atención, disminución del tiempo de recuperación de pacientes, más facilidad para controlar el estrés, aumento del rendimiento laboral, etc. (Chávez, 2015, p.32)

2.2.5.3.2 Beneficios económicos.

La naturaleza y la escala de los beneficios económicos varían según el proyecto y las regulaciones. Entre estos beneficios se pueden incluir el aumento en el valor de resistencia térmica de la envolvente del edificio, lo que deriva en ahorro en los costos de energía relacionados con la calefacción y la refrigeración. La protección del revestimiento de las fachadas, lo que implica un mayor período de la vida de los

materiales, con la consiguiente disminución de mantenimiento y ahorros. (Chávez, 2015, p.32)

La mejora en la gestión de las aguas pluviales puede compensar los costos del desarrollo de políticas de implantación de fachadas vegetales, así como el aumento en el valor de la propiedad. (Estudios americanos y británicos muestran que las cubiertas y fachadas vegetales pueden aumentar el valor de un edificio entre un 6% y un 15%). (Chávez, 2015, p.32)

2.2.5.3.3 Potencial futuro comercial.

La aparición en el mercado de nuevas técnicas para vegetar fachadas puede crear nuevos sectores o beneficiar a sectores asociados como: Proveedores y los fabricantes de las membranas y capas repelentes de raíces, capas de drenaje, elementos de jardinería, bordillos, sistemas de riego y otros productos especiales. Proveedores y fabricantes de sustratos. Venta al por mayor y al por menor especializado en viveros de plantas específicamente para aplicaciones de fachadas vegetales y muros vivos. Diseñadores, consultores y profesionales de la ingeniería de fachadas vegetales. Contratistas y paisajistas. Empresas de mantenimiento. (Chávez, 2015, p.32)

2.2.6 Efectos negativos de los contaminantes sedimentables.

Antes de nombrar los efectos negativos de los contaminantes sedimentables, es necesario mencionar algunos efectos beneficiosos. Mariano (como se citó Chipoco y Valencia, 2015), menciona que el polvo presente en el aire puede actuar en forma beneficiosa sobre los líquenes, puesto que es una de sus fuentes alimenticias al depositarse sobre el talo y nutrirse la planta de él por su contenido en fosfatos y nitratos, también ciertas algas microscópicas pueden verse favorecidas ya que se alimentan de los nutrientes del polvo disuelto en el agua de lluvia. Además, existen algunos vegetales más evolucionados, como ciertas farinóseas aéreas, son capaces de tomar el polvo y el agua de lluvia en sus hojas y asimilarlo directamente. (p.14)

Con respecto a los efectos negativos, Turk (como se aludió en Chipoco y Valencia, 2015) refiere que existe evidencia real que la contaminación del aire por partículas sedimentables afecta la salud de las personas, animales, daña la vegetación, ensucia y deteriora los materiales, afecta el clima, reduce la visibilidad y la radiación solar, perjudica los procesos de producción, aumenta los riesgos, en general, dificulta el disfrute de la vida y de las cosas. (p.14) Al respecto, Vicent (como se expuso en Chipoco y Valencia, 2015) menciona que este contaminante tiene un efecto nocivo para la vida en la tropósfera, causando daño a la vida animal, vegetal y humana. Debido a la existencia de una variedad de efectos negativos generados por este contaminante se definirán, a continuación, según el medio, objeto o ser vivo al que afectan. (p.14)

2.2.6.1 Efecto en la atmósfera

Turk (como se citó en Chipoco y Valencia, 2015) explica que los contaminantes sólidos sedimentables generan una reducción en la cantidad de luz solar que llega a la

tierra, se reduce la visibilidad debido a la dispersión de la luz por partículas e inclusive llegan a afectar también mecanismos meteorológicos, tales como la formación de niebla. (p.15)

2.2.6.2 Efecto en los seres humanos

La OMS (2004) hace referencia que los efectos del MPS (material particulado suspendido) en los seres humanos dependen del tamaño y concentración de las partículas, además pueden variar según las fluctuaciones diarias de los niveles de este contaminante. Como efectos perjudiciales para la salud, este contaminante puede provocar principalmente enfermedades respiratorias e inclusive pueden causar cáncer, esto se ve reflejado en la similitud entre el incremento de este contaminante con el de la mortalidad diaria, tasas de admisiones hospitalarias y casos de tos. Además, Turk (como se mencionó en Chipoco y Valencia, 2015), agrupa estos efectos negativos sobre la salud en enfermedades agudas (susceptible de causar la muerte), enfermedades crónicas (bronquitis, enfisema pulmonar o asma) y síntomas desfavorables generales e irritaciones. (p.15)

Según Seoáñez (2002), estos efectos en el sistema respiratorio se deben a que, las partículas muy pequeñas, y aerosoles que puedan formar, pueden penetrar hasta las zonas más profundas de los pulmones provocando las afecciones mencionadas. Al respecto, Turk (como se expresó en Chipoco y Valencia, 2015) menciona que las partículas grandes son filtradas por los pelos del conducto nasal y la tráquea, otras se precipitan hacia los pulmones, otras son interceptadas también por pelos finos que tapizan las paredes de todo el sistema respiratorio siendo retenidas y eliminadas por deglución y dependiendo del tamaño, partículas mayores a 1 micra se depositan en las

paredes de los bronquios inmediatamente después de la bifurcación del árbol bronquial y las inferiores a 1 micra pueden penetrar profundamente en el pulmón. (p.15)

La OMS (2004) manifiesta que todas las personas que se encuentren en un ambiente contaminado por partículas son susceptibles a estas afecciones, sin embargo, esta susceptibilidad puede verse acrecentada por diversos factores, así los más susceptibles a ser afectados por este problema son personas mayores, niños muy pequeños y personas con un bajo nivel de vida, ya que sufren deficiencias de nutrición, enfermedades infecciosas debido a condiciones insalubres de saneamiento y hacinamiento, además de tener un nivel insuficiente de atención médica.

2.2.6.3 Efecto en las plantas

En general, la vegetación se ve más o menos afectada por la presencia de partículas sólidas en la atmósfera; para unas especies es motivo de perturbaciones mientras que para otras es una necesidad, pues es el único aporte de materia mineral de cual disponen. (Seoáñez, 2002, p.491)

Desde el punto de vista de las perturbaciones que provocan, habrá que indicar que los estomas y lenticelas de los vegetales, si están abiertos, pueden verse obturados y sufrir dificultades en el intercambio de gases, pueden penetrar en ellos partículas activas o pueden, en fin, ver dañadas sus células oclusivas. (Seoáñez, 2002, p.491)

Las partículas contaminantes del aire, aparte de los trastornos que pueden provocar en su acción directa sobre los vegetales, pueden actuar sobre las condiciones ambientales de la vegetación, produciendo una disminución de la penetración de las radiaciones U.V. (o sea, menos acción germicida y peor metabolismo del calcio al dificultar la

síntesis de la vitamina D), menos rayos del espectro visible (azules y rojos principalmente) que provocan la función clorofílica, menor calor al penetrar menos rayos IR, etc., lo que se traduce en cambios completos en la actividad vegetativa en unas ocasiones y en necrosis, muertes o menor período de vida en otras. (Seoáñez, 2002, p.491)

2.2.6.4 Efecto en las construcciones

Es muy frecuente observar en las ciudades y en las zonas industriales, fachadas y monumentos degradados como consecuencia de la acción (conjunta casi siempre) de diversos factores, que suelen ser los siguientes: Composición de la roca, climatología, ataques químicos, ataques bacteriológicos y de plantas inferiores, y contaminación atmosférica. (Seoáñez, 2002, p.387)

En principio, la contaminación atmosférica actúa directamente por acción mecánica y/o química, e indirectamente, en conjunción con los fenómenos meteorológicos y con la vegetación. La acción mecánica que provoca la contaminación atmosférica es principalmente de los tipos siguientes: Abrasión por impacto de polvo, humos y cenizas, junto con la acción de lluvias y vientos; ennegrecimiento por depósitos sobre cubiertas y fachadas. (Seoáñez, 2002, p.387)

En cuanto a la acción química, Vicent (como se citó en Chipoco y Valencia, 2015), señala que este contaminante puede generar corrosión por las sustancias que puedan llevar disueltas o adsorbidas. Así mismo, Turk (como se aludió en Chipoco y Valencia, 2015), menciona que son las partículas ácidas que contienen azufre las responsables de la corrosión de materiales como la pintura, los contactos eléctricos y los tejidos.

2.3 Marco legal

2.3.1 Ámbito Internacional.

2.3.1.1 Guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tienen por finalidad ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud, señalando los umbrales o límites para contaminantes atmosféricos clave. Estas directrices fueron publicadas por primera vez en 1987 y, actualizadas en 1997; encontrándose ambas versiones circunscritas tan solo al ambiente europeo (OMS, 2006).

Por ello, como resultado de la aparición de novedosos estudios científicos, particularmente, las nuevas investigaciones de países de ingresos bajos y medianos, donde la contaminación del aire alcanza su nivel máximo; la OMS ha presentado una última actualización del documento citado (2005), tal como se presenta en la Tabla 2, en la cual indica los valores guía revisados para determinados contaminantes del aire, los cuales son aplicables a todas las regiones de la OMS. La nueva información incluida está referida a 4 contaminantes comunes del aire: material particulado (MP), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂). Así mismo, la OMS ha establecido también, a los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) o Polvo Atmosférico Sedimentable (PAS), como parámetro de evaluación, cuyo límite referencial permisible es de 5 toneladas por kilómetro cuadrado al mes (5 t/km² /mes) (OMS, 2006).

Las guías de calidad del aire (GCA) de la OMS están destinadas a su uso en todo el mundo y se han elaborado para respaldar medidas orientadas a conseguir una calidad del aire que proteja la salud pública en distintas situaciones. Cada país establece

normas de calidad del aire para proteger la salud pública de sus ciudadanos, por lo que dichas guías representan un componente importante de las políticas nacionales de gestión del riesgo y ambientales (OMS, 2006).

Tabla 2

Valores guía establecidos por la OMS

Parámetro	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de medición
PM _{2.5}	10	Media anual
	25	Media de 24 horas
PM ₁₀	20	Media anual
	50	Media de 24 horas
Ozono (O ₃)	100	Media de 8 horas
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	40	Media anual
	200	Media de 1 hora
Dióxido de Azufre (SO ₂)	20	Media de 24 horas
	500	Media de 10 minutos
Polvo atmosférico sedimentable (PAS)	5 t/km ² /mes	1 mes

Fuente: OMS, 2006.

2.3.1.2 Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental (NAAQS)-EPA

La Agencia de Protección del Medio Ambiente (2016), en inglés, Environmental Protection Agency (EPA), a través de la Ley de Aire Limpio, identifica dos tipos de normas nacionales de calidad del aire ambiental. Las normas primarias, que brindan protección de salud pública, incluida la protección de la salud de poblaciones "sensibles" como los asmáticos, los niños y los ancianos; y las secundarias, que brindan protección de bienestar público, incluida la protección contra la disminución

de la visibilidad y el daño a los animales, cultivos, vegetación y edificios. Así mismo, se han establecido Normas Nacionales de Calidad del Aire Ambiental para seis contaminantes principales, a los cuales ha denominado contaminantes "criterios" del aire. A continuación, en la Tabla 3, se muestran las normas mencionadas:

Tabla 3

Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental (NAAQS)-EPA

Contaminantes	Tipo de estándar	Tiempo promedio	Concentración	Forma
Monóxido de carbono (CO)	Primario	8 horas	9 ppm	No podrá superarse más de una vez al año.
		1 hora	35 ppm	
Plomo (Pb)	Primario y secundario	Promedio móvil de 3 meses	0,15 µg/m ³ (1)	Para no ser superado.
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Primario	1 hora	100 ppb	Percentil 98, un promedio de más de 3 años
	Primario y secundario	1 año	53 ppb (2)	Promedio anual
Ozono (O ₃)	Primario y secundario	8 horas	0,070 ppm (3)	Cuarto más alto
Material Particulado (MP)	Primario	1 año	12,0 µg/m ³	Media anual, como media de 3 años
	PM _{2.5} Secundario	1 año	15,0 µg/m ³	Media anual, como media de 3 años
	Primario y secundario	24 horas	35 µg/m ³	Percentil 98, un promedio de más de 3 años
	PM ₁₀ Primario y secundario	24 horas	150 µg/m ³	No podrá superarse más de una vez al año, en promedio, más de 3 años
Dióxido de azufre (SO ₂)	Primario	1 hora	75 ppb (4)	Percentil 99 de las concentraciones máximas diarias de una hora, un promedio de más de 3 años
	Secundario	3 horas	0,5 ppm	No podrá superarse más de una vez al año.

Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, 2016.

2.3.2 Ámbito Nacional.

2.3.2.1 Constitución Política de Perú.

La Constitución Política del Perú de 1993 establece su Título 1 (De la persona y la sociedad), capítulo I (De los Derechos Fundamentales de la persona), artículo 2, inciso 22; el derecho que presenta la población de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida.

2.3.2.2 Ley general del Ambiente.

Por su lado, la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) establece en el título preliminar Derechos y Principios, en el Artículo 1, del Derecho y deber fundamental, que toda persona tiene el 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 de 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.

2.3.2.3 Estándares Nacionales de Calidad del Aire (ECA).

En el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, se define como estándar de calidad ambiental (ECA) a la medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Así mismo, el ECA es obligatorio en el

diseño de las normas legales y políticas públicas, y es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

En efecto, los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y Disposiciones Complementarias, fueron aprobados a través del Decreto Supremo mencionado inicialmente, y son los que se muestran a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4
Estándares de Calidad Ambiental para Aire - MINAM

Parámetros	Período	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Criterios de evaluación
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año
	Anual	100	Media aritmética anual
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras ($\text{PM}_{2.5}$)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año
	Anual	25	Media aritmética anual
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	NE más de 7 veces al año
	Anual	50	Media aritmética anual
Mercurio Gaseoso Total (Hg_2)	24 horas	2	No exceder
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al arlo
	8 horas	10000	Media aritmética móvil
Ozono (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	2,	NE más de 4 veces al año
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética

NE: No Exceder.

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

2.3.2.4 Valores guía utilizados por DIGESA Y SENAMHI

Tal como se ha observado anteriormente, el parámetro Polvo Atmosférico Sedimentable o Contaminantes Sólidos Sedimentables, no se encuentra normado por la legislación peruana; razón por la cual, instituciones como la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), adoptan el valor guía o nivel referencial permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud ($5 \text{ t/km}^2 / \text{mes}$, equivalente a $0,5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$), tal como se visualiza en la Tabla 5.

Tabla 5

Valores guía utilizados por DIGESA Y SENAMHI y metodología empleada

Institución	Tiempo promedio	Valor guía utilizado ($\text{mg/cm}^2/30 \text{ días}$)	Técnica-método
DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental)	30 días	0,5	Gravimétrico Estudio de polvo sedimentable (jarras)
SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología)	30 días	0,5	Gravimétrico Estudio de polvo sedimentable (jarras), polvo atmosférico (placas de vidrio)

Fuente: DIGESA, 2011 y SENAMHI, 2008.

2.4 Marco contextual

2.4.1 Características generales del Distrito de Lima

2.4.1.1 Ubicación política

El distrito de Lima o también conocido como Cercado de Lima, está ubicado en la provincia de Lima, en la Región Lima. Es el primer distrito que se creó a partir de la Ciudad de los Reyes, siendo uno de los 43 distritos que conforman la Provincia de Lima. Es la capital de esta provincia y sede de la Municipalidad Metropolitana de Lima (Municipalidad Metropolitana de Lima [MML], 2015).

2.4.1.2 Ubicación geográfica

Geográficamente el distrito de Lima se encuentra localizado en la parte central occidental de la provincia de Lima, entre las latitudes $12^{\circ} 1' 51''$ S y $12^{\circ} 4' 47''$ S y, entre las longitudes $77^{\circ} 5' 18''$ O y $77^{\circ} 0' 6''$ O, tal como se observa en el Mapa 1. Así mismo, la capital legal del Distrito de Lima, Lima, se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas $12^{\circ}2'48''$ S y $77^{\circ}1'56''$ O, a una altitud de 161 m.s.n.m. (INEI, 2017).



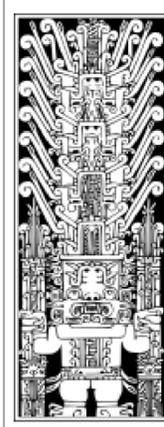
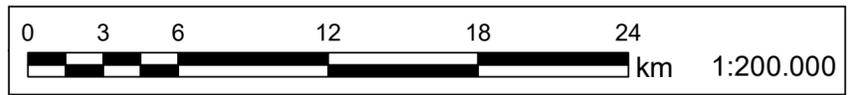
LEYENDA

- Distrito de Lima
- Provincia de Lima
- Límite provincial
- Límite regional

UBICACIÓN REGIONAL



UBICACIÓN PROVINCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL			
FACULTAD DE ING. GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO			
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL			
UBICACIÓN DEL DISTRITO DE LIMA			
Fuente:	Elaborado por:	Revisado por:	Mapa N°:
MINAM	Bach. Katherine Lissett Paredes Guerrero	Dr. Edwin Galarza Zapata	1
Escala:			
1 / 200 000			

Tal como se muestra en el Mapa 2, los límites del distrito de Lima son los siguientes:

- **Por el Norte**, principalmente con los distritos de San Martín de Porres y el Rímac, donde el río Rímac juega las veces de límite natural.
- **Por el Este**, limita con el distrito de El Agustino y el distrito de San Juan de Lurigancho.
- **Al Sur**, nombrados de este a oeste, con los distritos de La Victoria, Lince, Jesús María, Breña, Pueblo Libre y San Miguel.
- **Al Oeste**, con la Provincia Constitucional del Callao, distritos de Bellavista, Cercado del Callao y Carmen de La Legua-Reynoso (MML, 2006).

2.4.1.3 Extensión

El distrito de Lima presenta una superficie de 21,98 km², que representa el 0,82 % de la superficie total de la provincia de Lima, la cual es de 2672,28 km², incluyendo 1,88 Km² de superficie insular oceánica (INEI, 2013).

2.4.1.4 Zonificación

En la Ordenanza N° 1630, Ordenanza sobre definición y delimitación de las zonas del Cercado de Lima, aprobada en Sesión de Concejo del día 18 de setiembre del 2012, se encuentran delimitadas claramente las seis zonas que conforman el Cercado de Lima, las cuales son jurisdicciones de las denominadas Casas Vecinales de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML, 2014).

Estas zonas o espacios urbanos son áreas urbanas conformadas por una determinada cantidad de sectores catastrales completos, cuya delimitación es a través de avenidas y calles de fácil identificación, que fueron creadas con la finalidad de mejorar la coordinación y optimizar la intervención de todas las Dependencias de la Corporación Municipal Metropolitana de Lima - MML, que realizan labores vinculadas directa o indirectamente al territorio del Cercado de Lima. Siendo así que, las seis zonas del Cercado de Lima están conformadas por sectores catastrales completos delimitados por vías del modo siguiente (Ordenanza N° 1630, 2012):

▪ ZONA 1

Formada por los sectores catastrales 4 y 5, y límites viales:

- Puente Ricardo Palma, Río Rímac (margen izquierda)
- Av. Abancay cdra. 1 hasta la cdra. 8.
- Av. Nicolás de Piérola cdra. 13 bajando hasta la cdra. 9. Incluye Plaza San Martín.
- Jr. De la Unión cdra.10 Av. Uruguay cdra.1 hasta la cdra. 5
- Av. Alfonso Ugarte cdra. 11 bajando hasta la cdra. 1.
- Puente del Ejército, Río Rímac (margen izquierda).

▪ **ZONA 2**

Formada por los Sectores catastrales 15 y 20, y límites viales:

- Av. Abancay cdra. 9 hasta la cdra. 11.
- Av. Almirante Miguel Grau cdra. 3 bajando hasta la cdra. 1. Incluye Plaza Grau.
- Av. Paseo de la República cdra. 3 hasta la cdra. 14.
- Jr. Manuel Ascencio Segura cdra. 7 hasta la cdra. 1.
- Av. Arenales cdra. 14 bajando hasta la cdra.3
- Av. República de Chile cdra. 2 hasta la cdra. 1.
- Av. 28 de Julio cdra.7 hasta la cdra. 1.
- Av. Brasil cdra.5 bajando hasta la cdra. 1. Incluye Plaza Bolognesi.
- Av. Alfonso Ugarte cdra.14 hasta la cdra. 12.
- Av. Uruguay cdra. 5 bajando hasta la cdra. 1.
- Jr. De la Unión cdra. 10.
- Av. Nicolás de Piérola cdra. 9 a la cdra. 13.

▪ **ZONA 3**

Formada por los sectores catastrales 11, 12, 13 y 14, y límites viales:

- Av. Tingo María cdra. 1 hasta la cdra. 9.
- Av. Venezuela cdra. 18 hasta la cdra. 34. (frente a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos).
- Límite con la Provincia Constitucional del Callao, distrito de Bellavista (Universidad Nacional Mayor de San Marcos).
- Av. Colonial cdra.34 bajando hasta la cdra. 9.

▪ **ZONA 4**

Formada por los sectores catastrales 6, 7 y 16, y límites viales:

- Río Rímac, (margen izquierda),
- Jr. Plácido Jiménez (Cementerio El Ángel).
- Av. El Ángel cdra. 1.
- Jr. Ancash cdra.17 bajando hasta la cdra.16.
- Jr. José de Rivera y Dávalos cdra.1 hasta la cdra. 8.
- Jr. Conchucos cdra. 9 y 10. Jr. Junín cdra. 17 hasta la cdra. 22.
- Jr. Junín cdra. 17 hasta la cdra. 22
- Jr. Almirante Miguel Grau cdra. 2 bajando hasta la cdra.1.
- Av. Paseo de la República cdra. 3 hasta la cdra. 14.
- Av. 28 de Julio cdra. 31 bajando hasta la cdra. 25.
- Jr. Huánuco cdra.13 hasta la cdra. 11.
- Av. Almirante Miguel Grau cdra. 12 bajando hasta la cdra. 4.
- Av. Abancay cdra. 11 hasta la cdra.1.

▪ **ZONA 5**

Formada por los sectores catastrales 17, 18 y 1 y límites viales:

- Av. Tingo María cdra.10 hasta la cdra. 15. (Zona arqueológica Mateo Salado)
- Av. Mariano H. Cornejo cdra. 13 hasta la cdra. 23. Incluye Plaza de la Bandera.
- Av. Universitaria Sur cdra. 17 hasta cdra. 12.
- Av. República de Venezuela cdra. 3 bajando hasta la cdra. 18.

▪ **ZONA 6**

Formada por los sectores catastrales 1, 2, 3, 8, 9 y 10, y límites viales:

- Río Rímac Puente del Ejército (margen izquierda).
- Av. Alfonso Ugarte cdra. 1 hasta la cdra. 8. Incluye Plaza Dos de Mayo y Plaza Ramón Castilla.
- Jr. Zorritos cdra. 1 hasta la cdra. 10.
- Av. Tingo María cdra. 1.
- Av. Colonial cdra. 9 hasta la cdra. 31.
- Límite con la Provincia Constitucional del Callao - Carmen de la Legua Reynoso.
- Jr. Túpac Amaru cdra. 2 hasta la cdra. 1.

2.4.2 Condiciones físicas del Distrito de Lima

2.4.2.1 *Clima*

Existen varias clasificaciones del clima, siendo el referente el empleado por el SENAHMI basado en el sistema de clasificación de climas del Dr. W. Thornthwaite, el clima predominante para la Provincia de Lima corresponde: árido, cálido y semi-húmedo con deficiencia de lluvias en todas las estaciones (MML, 2018).

La ciudad tiene una **temperatura** media anual entre 18.6°C y 19.8°C con una máxima histórica de 34°C. La **precipitación** se produce en las cuencas altas con unos 600 a 400 mm por año (Rímac, 1,000 mm/año), pero en la cuenca baja solo llueve 9 mm al año (SENAMHI, 2008). Mientras en la cabecera de la cuenca con la precipitación pluvial, el caudal del río aumenta, generando problemas de inundación en la parte baja de la cuenca. En la estación de verano, la ciudad de Lima Metropolitana, ocasionalmente es afectada por presencia de lluvias, como producto del paso de humedad de la vertiente oriental (MML, 2018).

Según SENAMHI (como se citó en MML, 2014), la **humedad** es de 85 % en los distritos costeros, de 81 % en el centro y 80 % en Lima Este y; los **vientos** predominantes son de sur a norte, de 4 a 5 m/s, con vientos costeros o brisas marinas. La ciudad de Lima tiene una fuente que le proporciona constantemente humedad: el mar. Los altos valores de humedad relativa que oscilan entre 79% y 88% promedio anual, son más significativos en las zonas cercanas al litoral, disminuyendo en función a la altitud y distancia, hacia los distritos como Lima Cercado (MML, 2014).

2.4.2.2 *Relieve*

Los aspectos físicos del territorio del distrito de Lima están relacionados a la forma del relieve, sus procesos naturales y sus materiales, para lo cual veremos al territorio desde una visión geomorfológica y geológica (MML, 2014):

2.4.2.2.1 Características geomorfológicas

La geomorfología del área de estudio, comprende un relieve que presenta una forma plano-ondulada con una pendiente de 5° en dirección de Este a Oeste, donde se destacan relieves que han adquirido diferentes formas y se han desarrollado en depósitos aluviales y antropogénicos. Dichas formas representan modificaciones del relieve debido a los procesos hídricos, gravitacionales y la actividad antrópica. En general, las formas de relieve están representadas por la planicie aluvial, terraza aluvial, cauce, taludes y pequeñas colinas. (MML, 2014, p.126-127)

2.4.2.2.2 Características Geológicas

El contexto geológico de Lima Cercado consiste principalmente de material de cobertura que se presentan en diferentes tipos y corresponde al cuaternario, como son los depósitos aluviales, fluviales, de escombros, todos generados por la acción hídrica, y los depósitos antropogénicos generados por las actividades del hombre. (MML, 2014, p.133)

2.4.3 Áreas verdes del Distrito de Lima

En la Tabla 6 se muestra que, en el año 2018, sólo 5 distritos de los 43 que conforman Lima Metropolitana, presentaron un índice de áreas verdes por habitante superior al estándar mínimo establecido por la OMS (9 m²/hab.): Jesús María (9,27 m²/hab), Miraflores (13,84 m²/hab), San Borja (11,86 m²/hab), San Isidro (22,09 m²/hab) y Santa María del Mar (31,54 m²/hab).

Mientras que, en relación al distrito de Lima, en el 2018, este evidenció un índice de 3,29 m²/hab., el cual resultó inferior en 5,71 al estándar mínimo establecido.

Tabla 6

Superficie de área verde urbana por habitante en Lima Metropolitana (m²/hab)

Distrito	2016	2017	2018
Ancón	3,83	3,74	3,66
Ate	2,66	2,60	2,54
Barranco	4,76	4,84	4,93
Breña	0,94	0,95	1,01
Carabaylo	1,44	1,40	1,84
Chaclacayo	8,11	8,04	7,96
Chorrillos	3,14	3,09	3,04
Cieneguilla	1,07	1,04	1,68
Comas	2,31	2,29	2,81
El Agustino	2,68	2,65	1,37
Independencia	1,18	1,18	2,73
Jesús María	9,01	9,01	9,27
La Molina	7,69	7,52	7,52
La Victoria	2,54	2,58	2,62
Lima	3,21	3,25	3,29
Lince	3,72	3,76	3,81
Los Olivos	3,83	3,77	4,33
Lurigancho	2,24	2,19	2,42
Lurín	1,17	1,14	1,12
Magdalena Del Mar	4,00	3,96	3,98
Miraflores	13,78	13,81	13,84
Pachacamac	0,63	0,61	0,85

Pucusana	0,11	0,11	0,11
Pueblo Libre	3,74	3,74	3,74
Puente Piedra	1,06	1,03	1,00
Punta Hermosa	8,06	7,87	7,69
Punta Negra	1,76	1,72	1,67
Rímac	1,12	1,13	1,13
San Bartolo	11,23	10,97	8,50
San Borja	11,95	11,90	11,86
San Isidro	20,06	20,20	22,09
San Juan De Lurigancho	1,52	1,49	1,59
San Juan De Miraflores	1,69	1,56	1,65
San Luis	5,04	5,00	4,97
San Martín De Porres	1,22	1,19	1,63
San Miguel	4,36	4,33	4,30
Santa Anita	2,38	2,33	2,30
Santa María Del Mar	33,31	32,47	31,54
Santa Rosa	7,69	7,49	7,34
Santiago De Surco	6,71	6,59	6,43
Surquillo	2,70	2,70	2,70
Villa El Salvador	1,53	1,50	1,47
Villa María Del Triunfo	0,39	0,38	0,37
PROMEDIO	4,92	4,86	4,90

Fuente: MINAM, 2018.

2.4.4 Condiciones sociales del Distrito de Lima

2.4.4.1 Dinámica poblacional

Según los registros del INEI (tal como se citó en MML, 2014), el distrito de Lima tuvo un crecimiento permanente desde 1940 hasta 1981, luego del cual comenzó un decrecimiento de la población. En efecto, el primer censo del siglo pasado en 1940, registró una población de 259,738 habitantes, mientras que en los censos posteriores se percibió un crecimiento constante hasta 1981, año en el cual se registró una población de 371,122 habitantes. Desde ese año se marca un decrecimiento poblacional del distrito, registrado primero en el censo de 1993 con 340,422 habitantes

y disminuyendo aún más en los censos de los años 2007 y 2017, a 299,493 y 268,352 habitantes, respectivamente. Mayores detalles en la Figura 6.

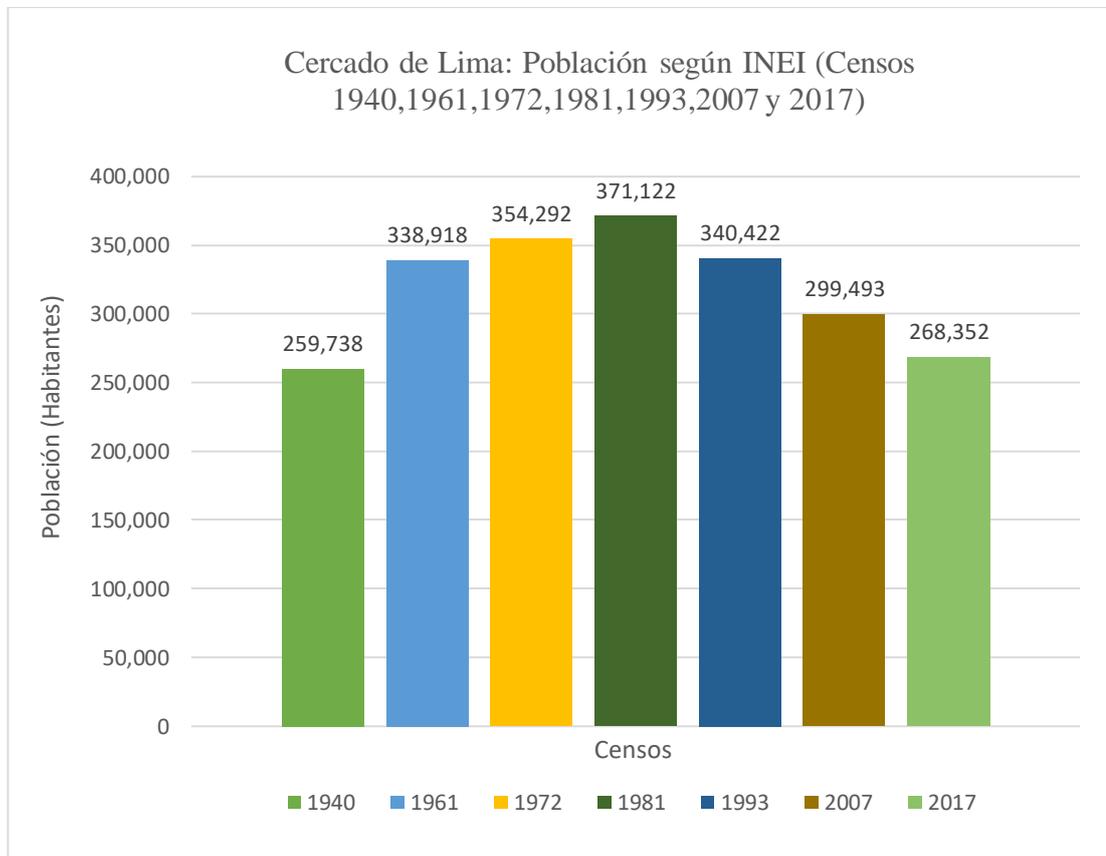


Figura 6. Población del Cercado de Lima por años según INEI.

Fuente: INEI (Adaptada de MML, 2014).

En la Tabla 7 se muestra que, del total de la población del distrito de Lima, 129 630 (48,31 %) son hombres, en tanto que las mujeres ascienden a 138 722 (51,69 %).

Tabla 7

Población por sexos del distrito de Lima (Censo 2017)

Año	Hombres	Mujeres	Total
2017	129 630	138 722	268 352

Fuente: INEI, 2018.

Así mismo, en la Tabla 8 se observa la población del Distrito de Lima por grupos de edad, siendo la población de 65 años a más el grupo predominante, con 34 492 habitantes (12,85 %), mientras que la población menor de 1 año, fue la menos predominante, con 2 877 habitantes (1,07 %).

Tabla 8

Población por grupos de edad del distrito de Lima, por sexo (Censo 2017).

Grupos por edad	Población		Total	%
	Hombres	Mujeres		
Menores de 1 año	1 401	1 476	2 877	1,07
De 1 a 4 años	6 449	6 136	12 585	4,69
De 5 a 9 años	8 544	8 160	16 704	6,22
De 10 a 14 años	8 754	8 401	17 155	6,39
De 15 a 19 años	9 848	9 602	19 450	7,25
De 20 a 24 años	11 470	11 431	22 901	8,53
De 25 a 29 años	10 574	11 157	21 731	8,10
De 30 a 34 años	9 451	10 360	19 811	7,38
De 35 a 39 años	9 322	10 084	19 406	7,23
De 40 a 44 años	8 885	9 679	18 564	6,92
De 45 a 49 años	8 467	9 297	17 764	6,62
De 50 a 54 años	7 824	8 986	16 810	6,26
De 55 a 59 años	7 119	7 941	15 060	5,61
De 60 a 64 años	6 084	6 958	13 042	4,86
De 65 y más años	15 438	19 054	34 492	12,85
Total	129 630	138 722	268 352	100,00

Fuente: INEI, 2018.

2.4.4.2 Dinámica económica

Según el Plan Regional de Desarrollo Concertado de Lima (2012-2025), el distrito de Lima, junto a los distritos de San Isidro y Miraflores conforman el espacio económico con la mayor concentración de producción a nivel de toda la ciudad (44.4%); distinguiéndose sobre todo por la actividad comercial y los servicios que allí se despliegan (MML, 2012).

Para obtener una lectura de la concentración de actividades económicas se conjugan aquellos usos de impacto metropolitano directamente relacionados con su generación: comercio (metropolitanos y zonales), industria, zonas de densidad residencial alta y los usos especiales que devienen del Centro Histórico, que a fin de cuentas son comerciales e institucionales de múltiples escalas (local y metropolitano para el comercio y hasta nacional en lo institucional). La alta concentración de actividades en el distrito es evidente en tanto cantidad y tipo (MML, 2014).

El sistema de transporte público predominante hoy, y originado a inicios de los 90, resulta anti técnico al únicamente estructurarse en el factor económico del libre mercado: distorsionando el sistema de movilidad urbana. Esto ha sido dañino para una ciudad en continuo crecimiento espontáneo. Sin embargo, ese mismo sistema basado en el extremo libre mercado facilita la identificación de los sectores de aglomeración de actividades en el suelo de la ciudad (MML, 2014).

“La superposición de ambos factores - aglomeración de usos de suelo de mayor intensidad económica y rutas de transporte público – permiten identificar aquellos

espacios que concentran las mayores densidades de actividades urbanas en tanto movilidad, residencialidad, comercialización y productividad” (MML, 2014, p. 92).

En la Figura 7 se observa que en el desarrollo de las actividades económicas dentro del distrito de Lima predomina la informalidad, puesto que, del total de 54 138 unidades económicas empresariales registradas en la MML, el 63% de las empresas no cuentan con licencia de funcionamiento, mientras que solo el 37 %, sí la tiene (MML, 2014).

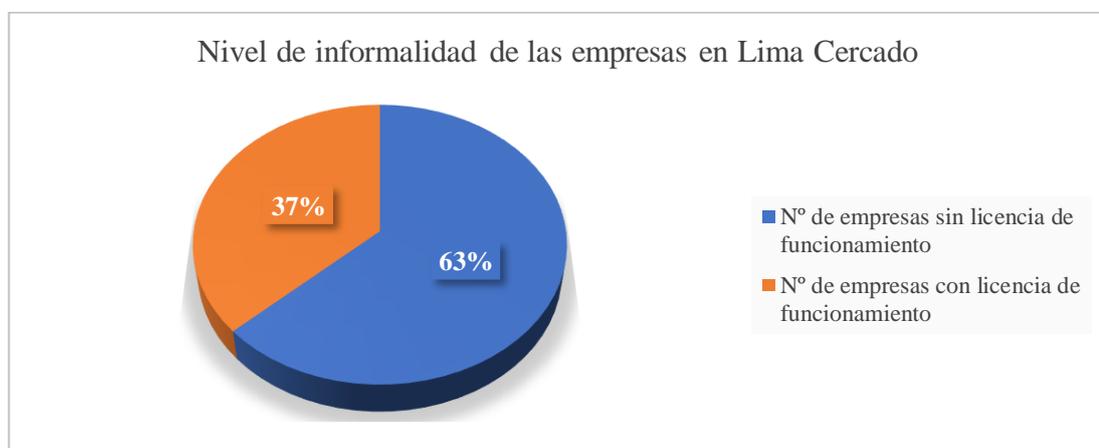


Figura 7. Nivel de informalidad de las empresas en Lima Cercado.
Fuente: MML, 2014.

2.4.4.3 Actividad y densidad empresarial

El Distrito de Lima destaca como uno de los tres distritos con mayor “producción” (refiriéndose a actividades comerciales y de servicios) en Lima Metropolitana, representando el 12,5% del valor de producción de la provincia de Lima con S/ 18 854 millones de soles generados, tal como se observa en la Tabla 9. Así mismo, el Cercado de Lima junto con los distritos de San Isidro y Miraflores reúne el 44.4% del valor de producción de la provincia, mientras que el 55.6% restante se distribuye de manera heterogénea en el territorio (MML, 2012).

Tabla 9

Principales espacios de producción en la Provincia de Lima

Espacio de "producción"	Valor en millones de S/	%
San Isidro	28,741	18,9
Miraflores	19,792	13,0
Cercado	18,954	12,5
Sub total	67,487	44,4
Resto de Lima	84,561	55,6
Provincia de Lima	152,048	100,0

Fuente: INEI (presentada en MML, 2012).

Según la Gerencia de Desarrollo Empresarial de la Municipalidad Metropolitana de Lima, la dinámica económica del Distrito de manifiesta una mayor concentración de actividades comerciales con un 60% y 43,377 unidades empresariales, seguida de las actividades de servicios con un 35% y 24,770 unidades empresariales y, en menor concentración se encuentran las actividades industriales con un 5 % y 3,760 unidades empresariales, tal como se observa en la Figura 8 (MML, 2014).

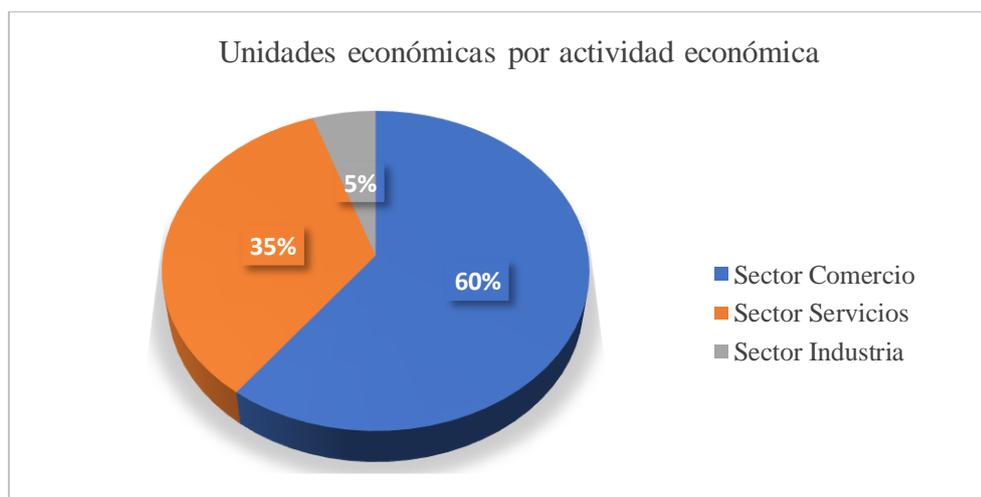


Figura 8. Unidades económicas por actividad económica.

Fuente: Instituto Catastral de Lima (presentada en MML, 2014).

En el sector comercio, destacan los bazares con 9.186 (21. %), las bodegas con 7.034 unidades (16.2%), los depósitos y almacenamientos con 5.090 unidades (11.7%) y las ferreterías con 3.092 unidades (7%), tal como se aprecia en la Tabla 10 (MML, 2014).

Tabla 10

Unidades económicas de actividades con giro de comercio en el distrito de Lima

SECTOR COMERCIO	Unidades	%
Bazares	9.186	21,2%
Bodegas	7.034	16,2%
Depósito y almacenamiento	5.090	11,7%
Ferretería y material de construcción	3.092	7,1%
Artículos de escritorio y oficina	2.712	6,3%
Aparatos domésticos	2.460	5,7%
Calzado	1.871	4,3%
Venta de maquinaria y repuestos	1.836	4,2%
Comercialización de productos para confecciones	1.263	2,9%
Software y hardware, venta de productos informáticos	1.250	2,9%
Venta de CDs y videos	1.115	2,6%
Juguetes	959	2,2%
Venta de joyas- joyería	911	2,1%
Productos artesanales	852	2,0%
Otros	3.746	8,6%
TOTAL	43.377	100,0%

Fuente: Instituto Catastral de Lima (presentada en MML, 2014).

En el sector servicios predominan los restaurantes con 5738 unidades (23.2%), servicios profesionales con 3766 unidades (15.2%), servicios gráficos con 3641 unidades (14.7%) y servicios de transportes con 1878 unidades (7.6%), tal como se observa en la Tabla 11 (MML, 2014).

Tabla 11

Unidades económicas de actividades con giro de comercio en el distrito de Lima

SECTOR SERVICIOS	Unidades	%
Restaurantes y derivados	5.738	23,2%
Servicios profesionales	3.766	15,2%
Gráficos	3.641	14,7%
Servicios de transporte	1.878	7,6%
Servicios eléctrico y electrónico	1.714	6,9%
Agencias	1.267	5,1%
Servicios mecánicos	1.089	4,4%
Servicios textiles	951	3,8%
Internet	649	2,6%
Salones de belleza y spa	634	2,6%
Servicios de diversión	607	2,5%
Servicios de educación	489	2,0%
Servicios de comunicaciones	421	1,7%
Servicios higiénicos	410	1,7%
Hoteles	304	1,2%
Servicios financieros	254	1,0%
Servicios de joyería	240	1,0%
Otros servicios	718	2,9%
TOTAL	24.770	100,0%

Fuente: Instituto Catastral de Lima (presentada en MML, 2014).

Por otro lado, el sector industria se caracteriza por concentrar la actividad vinculada a los productos alimenticios, la que representó un 27,6% del total del sector; seguido de los textiles, con una participación del 19,6%, y las unidades de negocios vinculadas a la madera y derivados, y la joyería, con una participación del 16,5% y 15,9% respectivamente, tal como se aprecia en la Tabla 12 (MML, 2014).

Tabla 12

Unidades económicas de actividades con giro de industria en el distrito de Lima

SECTOR INDUSTRIA	Unidades	%
Productos alimenticios	1.036	27,6%
Textiles	738	19,6%
Madera y derivados	619	16,5%
Joyería	598	15,9%
Calzado	294	7,8%
Metal - mecánica	165	4,4%
Mecánica	145	3,9%
Construcción	53	1,4%
Otros	112	3,0%
TOTAL	3.760	100,0%

Fuente: Instituto Catastral de Lima (presentada en MML, 2014).

Según información dada por la Gerencia de Desarrollo Empresarial de la Municipalidad de Lima, en el distrito de Lima existen un total 168.039 predios registrados en donde se desarrollan 65.235 actividades económicas. La zona 04 es la que destaca con 27,697 actividades económicas, seguida de la zona 01 con 13,019 y, la zona 06 con 11.028. Siendo la zona 5, la de menor actividad con 1.580 actividades económicas, tal como se percibe en la Tabla 13 (MML, 2014).

Tabla 13

Sectores y número de predios catastrales con actividad económica

Zonas	Sectores	Predios	%	Actividades Económicas	%
Zona 1	04,05	31.294	18,60	13.019	20,00
Zona 2	15,20	22.461	13,	9.160	14,00
Zona 3	11,12,13,14	16.874	10,00	2.751	4,00
Zona 4	076,07,16	52.344	31,10	27.697	43,00
Zona 5	17,18, 19	11.118	6,60	1.580	2,00
Zona 6	01,02,03,08,09,10	33.948	20,20	11.028	17,00
Total	-	168.039	100,00	65.235	100,00

Fuente: Gerencia de Desarrollo Empresarial-MML (presentada en MML, 2014)

En la Figura 9 se muestra el porcentaje de las actividades económicas por zonas en el distrito de Lima, en ella destaca la zona 4 con la mayor concentración de actividades económicas, alcanzando el 43%, seguida de la zona 1, con un 20%; siendo la zona 5 con un 2%, la de menor actividad económica (MML, 2014).

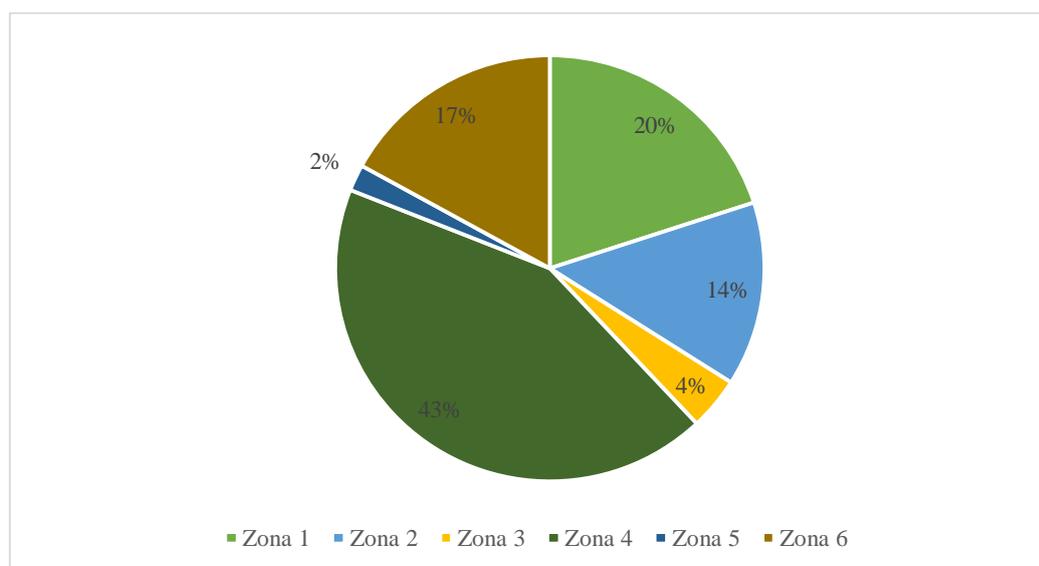


Figura 9. Actividades económicas por zonas en el distrito del Cercado de Lima.
Fuente: Gerencia de Desarrollo Empresarial-MML (presentada en MML, 2014)

2.4.5 Calidad del aire del distrito de Lima

2.4.5.1 Características y estado actual de la calidad de aire en Lima y Callao

Estudios realizados sobre la calidad del aire en la ciudad de Lima señalan que esta varía en lapsos de tiempo muy cortos, de algunas horas o incluso minutos. De modo similar, los impactos sobre la salud humana conocidos como agudos, como la irritación de las mucosas, enrojecimiento de los ojos y dolor de cabeza, se producen también por efecto de exposiciones de corta duración. No obstante, se debe precisar que los impactos más severos o de mayor gravedad son los denominados crónicos, los cuales se gestan en períodos de exposición medidos en años o incluso décadas (Defensoría del Pueblo, 2006).

Estos dos factores, a saber, los vertiginosos cambios en la calidad del aire y la naturaleza de los impactos que produce la exposición a la población, determinan que, para el caso del aire, las ciudades como Lima cuenten con una red de monitoreo que produzca información en tiempo real, de calidad, confiable y representativa sobre la calidad del aire y, por lo tanto, sobre el nivel de riesgo al que se encuentra expuesta, en cada momento, su población. (Defensoría del Pueblo, 2006, p.24)

A continuación, se presentan registros históricos de las concentraciones de contaminantes atmosféricos, tales como el material particulado $PM_{2,5}$ y PM_{10} y el polvo atmosférico sedimentable del distrito de Lima.

2.4.5.2 Concentración de PM_{2,5} en el distrito del Cercado de Lima

Las partículas PM_{2,5} se encuentran en el aire de nuestras ciudades y miden igual o menos que 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano. Estas partículas son producidas por las diversas actividades del hombre como la industria, incineración de residuos, automóviles, etc. Las partículas compuestas principalmente de elementos tóxicos se mantienen más tiempo en el aire y penetran con facilidad a las vías respiratorias. Los efectos sobre la salud son más severos potenciando el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar. (INEI, 2015, p.256)

Para el monitoreo de la calidad del aire, el Ministerio de Salud (MINSA) a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) tiene instalado estaciones fijas de medición en cuatro puntos de la ciudad, analizando así, las zonas de Lima Norte, Lima Sur, Lima Este y el Callao. En cada mes, las estaciones recogen datos de la concentración de los principales indicadores de calidad del aire y se generan promedios anuales para evaluar el estado del recurso aire. (INEI, 2015, p.256)

A continuación, en la Tabla 14, se muestran los promedios mensuales y anuales de las partículas inferiores a 2,5 micras en el aire del distrito de Lima, durante el período 2001-2016; según los datos obtenidos por la estación de medición Consejo Nacional de Comerciantes, conocida como “Estación CONACO”.

Tabla 14

Promedio mensual de PM_{2.5} en el aire del Cercado de Lima, 2001-2016 (µg/m³)

Mes	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2013	2014	2015 e/	2016 e/		
Total	80,18	89,31	82,38	86,97	81,48	94,31	80,99	61,69	42,74	d/	32,63	24,99	22,11	d/
Enero	...	58,55	62,46	...	60,29	...	65,18	37,00	...	28,66	22,04	22,60		
Febrero	59,22	70,10	67,05	75,99	71,20	89,63	100,33	37,27	...	59,13	24,97	23,10		
Marzo	69,21	76,73	76,74	82,78	80,76	90,36	... c/	63,50	...	37,88	21,84	...		
Abril	63,84	104,84	89,78	94,25	73,29	94,49	105,55	59,20	...	...	26,40	...
Mayo	91,14	115,59	100,1	97,82	129,01	82,33	95,44	121,36	...	41,10	22,26	...		
Junio	108,99	120,00	93,23	102,84	102,04	135,50	65,38	72,24	...	22,36	26,00	...		
Julio	80,78	88,67	97,09	72,01	69,79	101,24	96,43	73,53	...	22,25	22,64	...		
Agosto	88,11	80,90	72,05	99,26	...	102,37	62,30	50,00	...	30,29	23,44	...		
Setiembre	...	71,74	82,89	82,95	86,44	89,18	68,70	41,10	26,78	30,62	23,84	...		
Octubre	...	109,03	...	82,10	56,71	99,60	69,00	...	54,96	21,49	41,12	...		
Noviembre	...	86,29	...	76,06	85,29	80,29	b/	82,00	...	46,47	32,51	22,64	...	
Diciembre	90,61	a/	...	72,40	80,60	22,64	20,60	

Nota: La estación de medición Consejo Nacional de Comerciantes, está ubicado en el cruce de la Av. Abancay con el Jr. Áncash. En el año 2002 no se realizó medición. El Estándar establecido - Valor Referencial (VR) anual es de 15 µg/m³; diario es de 65 µg/m³, según D.S. 074-2001-PCM.

No se reportaron datos para los años 2010-2012.

a/ Dato correspondiente a un día de monitoreo realizado el 05 de Diciembre de 2005.

b/ Debido a falla del equipo muestreador de PM_{2.5} sólo se obtuvo una muestra para este contaminante.

c/ Debido a falla del equipo muestreador de PM_{2.5} no se obtuvieron datos para este contaminante.

d/ El promedio anual de los años 2013 y 2016 se consideran de modo referencial, por no cumplir con el criterio de suficiencia de datos establecido en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos, según R.D. N° 1404 / 2005 / DIGESA

e/ A partir del 2015 la estación está ubicada en la zona centro en el Congreso de la República.

Fuente: MINSA - DIGESA (presentada en INEI, 2017)

2.4.5.3 Concentración de PM₁₀ en el distrito del distrito de Lima

Las partículas PM₁₀ son partículas suspendidas en el aire que miden aproximadamente 10 micrómetros. Estas partículas son de tamaño reducido y entran directamente al cuerpo a través de las vías respiratorias y puede provocar afecciones respiratorias y cardiacas. Estas partículas son producidas por la erosión del suelo combinado con el viento, pero también tenemos la combustión de los motores provenientes de la industria, quema de residuos, automóviles, etc. (INEI, 2015, p.256)

En la Tabla 15, se presentan los promedios mensuales de partículas inferiores a 10 micras en el aire del distrito de Lima, durante el período 2007-2016, de acuerdo a la Estación CONACO.

Tabla 15

Promedio mensual de PM_{10} en el aire del distrito de Lima, 2007-2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Mes	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015 a/	2016 a/
Total	133,57	125,62	110,07	69,20	47,49	63,62	42,12	50,59	44,64
Enero	...	98,33	100,00	...	...	30,81	57,87	44,79	45,50
Febrero	...	100,33	103,36	87,00	...	45,27	22,60	96,56	45,10
Marzo	...	129,86	85,60	66,00	...	74,17	22,22	43,06	...
Abril	...	141,18	93,38	68,00	...	79,26	...	78,47	...
Mayo	...	169,50	143,58	64,00	...	82,19	44,99	31,25	...
Junio	...	126,86	133,59	61,00	...	67,97	46,48	49,95	...
Julio	162,98	134,27	103,02	...	...	75,68	32,18	37,22	...
Agosto	177,90	134,19	128,44	...	...	73,21	48,28	57,64	...
Setiembre	138,98	129,81	99,62	...	37,81	61,22	55,51	35,28	...
Octubre	121,51	136,06	...	...	61,50	52,02	48,86	42,66	...
Noviembre	106,55	107,00	...	...	39,24	58,04	42,18	...	...
Diciembre	93,52	100,00	...	...	51,39	...	...	39,58	43,30

Nota: La estación de medición para los años 2007-2009 se denomina Consejo Nacional de Comerciantes, ubicado en el cruce de la Av. Abancay con el Jr. Áncash y el monitoreo de 2010 se realizó en la estación del Congreso de la República. El promedio anual de los años 2007, 2010, 2011 y 2016 se consideran de modo referencial, por no cumplir con el criterio de suficiencia de datos establecido en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos, según R.D. N° 1404 / 2005 / DIGESA. En el año 2012 no se realizó monitoreo.

El estándar establecido - Valor Referencial anual (VR), según D.S. 074-2001-PCM, es de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

a/ Estación zona centro Congreso de la República.

Fuente: MINSA – DIGESA (presentado en INEI, 2017)

2.4.5.4 Concentración de PAS en el distrito de Lima

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), diversos estudios han demostrado la asociación entre ciertos efectos en la salud y algunos contaminantes del aire, habiéndose establecido que en general la exposición a contaminantes atmosféricos se asocia de manera significativa con efectos agudos y crónicos o acumulativos en la salud por exposición a largo plazo. Se conoce que partículas mayores a 10 micras se quedan retenidas en la cavidad extratorácica del tracto respiratorio, las partículas comprendidas entre 5 a 10 micras son retenidas en los bronquios, mientras que las partículas menores a 2,5 micras llegan hasta los alvéolos pulmonares. (INEI, 2005, p.3)

Cabe recalcar que la OMS establece un límite referencial permisible para la concentración de polvo atmosférico sedimentable (PAS) equivalente a 5 toneladas por kilómetro cuadrado en un mes ($5t/km^2/mes$). Siendo así que, la medición sobre la concentración del polvo atmosférico de Lima Metropolitana, la realiza el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), el mismo que cuenta con estaciones de monitoreo de PAS, distribuidas en las tres cuencas atmosféricas de Lima Metropolitana, la cuenca del Río Chillón, la cuenca del Río Rímac y la cuenca del Río Lurín (INEI, 2005).

En efecto, en el distrito de Lima, en la Estación Cercado Centro, la concentración más alta se registró en el año 2008 ($6,6 t/km^2/mes$) y la más baja, en el año 2013 ($5,3 t/km^2/mes$); en la Estación Cercado Este, la concentración más alta se presentó en el año 2009 ($23,2 t/km^2/mes$) y la más baja, en el año 2008 ($19,0 t/km^2/mes$). Mientras tanto en las estaciones Cercado I, Cercado II y Cercado III, las concentraciones más

altas se registraron en los años 2013 (17,8 t/km²/mes), 2012 (17,5 t/km²/mes) y 2012 (15,9 t/km²/mes) respectivamente; y las concentraciones más bajas, en los años 2012 (4,9 t/km²/mes), 2010 (16,5 t/km²/mes) y 2010 (13,5 t/km²/mes). Cabe indicar que los datos de las estaciones mencionadas fueron registrados durante el periodo 2006-2013, notándose cierta ausencia de datos en determinados años, tal como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16

Concentración promedio de polvo atmosférico sedimentable en las estaciones de muestreo de la red de Lima Metropolitana, 2006-2013 (Toneladas/ km²/ mes)

Distrito	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Cercado (Centro)	6,3	5,5	6,6	6,4				5,3
Cercado (Este) 1/	202,0	21,5	19,0	23,2				19,5

Nota: Nivel referencial permisible de la Organización Mundial de la Salud de 5 t/km²/mes. Este contaminante es generado principalmente por la industria de la construcción, mala disposición de residuos sólidos, pistas deterioradas o sin pavimento, desgaste de llantas y frenos de los vehículos, actividades comerciales y actividades de limpieza pública.

1/ Límites con El Agustino.

Fuente: SENAMHI (presentada en INEI, 2017)

Además, tal como se señala en la Tabla 17, según el SENAMHI, en el año 2011 en el núcleo principal Lima Centro-Este se registraron las concentraciones más altas de polvo atmosférico sedimentable (PAS) en los meses de abril (39,8 t/km²/mes) y mayo (35,6 t/km²/mes), mientras que las concentraciones más bajas fueron registradas en los meses de julio (22,6 t/km²/mes) y diciembre (22,4 t/km²/mes).

En el año 2012, las concentraciones más altas de PAS se presentaron en los meses de noviembre (38,4 t/km²/mes) y diciembre (31,8 t/km²/mes); y las concentraciones más bajas, en los meses de junio (16,6 t/km²/mes) y julio (17,9 t/km²/mes). Así mismo, en el año 2013 se tuvo las más altas concentraciones de PAS en los meses de marzo (38,7 t/km²/mes) y diciembre (48,8 t/km²/mes); y las más bajas, en los meses de agosto (11,6 t/km²/mes), y setiembre (12,2 t/km²/mes). Al mismo tiempo, es preciso mencionar que todos los valores registrados en los núcleos principales, tanto de Lima Norte, Lima Centro Este, Lima Sur Este y Lima Sur, durante el período mencionado, superaron el nivel referencial permisible de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 5 t/km²/mes.

Tabla 17

Concentración de polvo atmosférico sedimentable en Lima Metropolitana, según núcleos principales, 2011-2013 (Toneladas/km²/mes)

Año/Mes	Núcleos principales				Promedio T/km ² /mes	Máximo		Mínimo	
	Lima Norte (Independencia)	Lima Centro Este (El Agustino)	Lima Sur Este (Pachacámac)	Lima Sur (Villa María del Triunfo)		Valor T/km ² /mes	Distrito	Valor T/km ² /mes	Distrito
2011									
Enero	30,4	24,8	16,2	20,2	13,8	42,3	Lurigancho	4,0	Jesús María
Febrero	29,4	29,0	17,7	21,7	16,0	44,0	Lurigancho y J. María	4,0	Magdalena
Marzo	24,6	31,6	18,4	18,4	15,8	49,0	Lurigancho	4,1	Bellavista
Abril	24,2	39,8	24,3	10,9	14,6	79,8	Lurigancho	4,0	Magdalena
Mayo	22,9	35,6	20,1	20,6	14,0	66,2	Lurigancho	4,2	Magdalena
Junio	24,4	29,9	10,8	15,5	13,8	58,1	Lurigancho	5,6	Callao
Julio	12,3	22,6	4,7	13,9	9,8	54,4	Lurigancho	0,8	Callao
Agosto	18,3	28,7	13,0	17,0	12,8	57,1	Lurigancho	3,3	Villa El Salvador
Setiembre	21,6	33,8	13,2	18,2	13,6	69,2	Lurigancho	2,9	Ancón
Octubre	24,8	30,0	17,0	16,5	13,0	53,4	Lurigancho	1,9	Villa El Salvador
Noviembre	23,0	23,3	22,2	21,6	13,6	35,0	Lurigancho	2,5	Jesús María
Diciembre	27,0	22,4	18,9	19,4	14,1	33,0	Lurigancho	2,8	Jesús María
2012									
Enero	26,4	22,4	20,1	17,7	13,5	50,5	Lurigancho	3,5	Jesús María
Febrero	26,5	26,2	21,8	19,2	13,7	33,9	El Agustino	3,5	Bellavista
Marzo	24,1	27,8	25,4	20,4	13,5	37,6	El Agustino	1,5	Bellavista

Abril	24,2	25,3	20,2	19,0	12,9	28,6	El Agustino	2,8	Jesús María
Mayo	23,0	22,3	15,8	17,5	12,1	28,8	El Agustino	2,8	Cercado
Junio	19,5	16,6	13,0	22,5	12,5	43,7	Lurigancho	2,8	Jesús María
Julio	18,0	17,9	15,7	14,6	12,0	42,7	Lurigancho	2,7	Jesús María
Agosto	18,1	30,9	6,4	12,3	11,0	40,0	Lurigancho	3,3	Jesús María
Setiembre	18,9	30,0	10,0	18,3	11,8	35,0	Lurigancho	3,5	Callao
Octubre	19,4	30,0	9,7	13,7	12,5	37,7	Lurigancho	3,9	Bellavista
Noviembre	21,0	38,4	7,1	14,1	12,5	40,3	Lurigancho	4,5	Callao
Diciembre	24,5	31,8	16,8	16,3	13,1	43,1	Lurigancho	2,5	Jesús María
2013									
Enero	25,5	29,5	26,1	16,9	15,2	38,4	Lurigancho	2,0	Jesús María
Febrero	26,4	36,9	21,0	17,3	15,9	46,5	Lurigancho	4,5	Jesús María
Marzo	24,3	38,7	19,1	15,9	14,2	43,3	Lurigancho	4,3	Callao / Bellavista
Abril	23,9	36,6	18,7	17,3	14,9	36,6	El Agustino	2,4	Jesús María
Mayo	21,4	32,3	17,5	15,0	13,3	40,6	Lurigancho	3,0	Jesús María
Junio	20,1	30,9	13,6	11,3	12,0	30,9	El Agustino	2,8	Jesús María
Julio	19,6	33,4	15,2	16,9	13,3	59,7	Lurigancho	3,2	Jesús María
Agosto	19,0	23,4	11,6	16,4	12,4	51,8	Lurigancho	3,5	Chorillos
Setiembre	21,1	33,2	12,2	17,1	12,2	33,2	El Agustino	2,5	Chorillos
Octubre	22,0	32,4	14,5	18,4	13,1	32,4	El Agustino	2,7	Bellavista
Noviembre	23,4	30,6	15,3	19,6	13,9	33,0	Lurigancho	2,7	Chorillos
Diciembre	24,0	48,8	13,0	22,3	14,4	50,7	Lurigancho	3,4	Chorillos

Nota: Valor guía de la Organización Mundial de la Salud: 5 toneladas/km²/mes.

Fuente: SENAMHI (presentada en INEI, 2017)

III. Método

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó el método deductivo, ya que de afirmaciones generales se llegó a afirmaciones particulares, es decir, se organizaron hechos conocidos para extraer conclusiones mediante una serie de enunciados. Así mismo, se aplicó el método estadístico para el manejo de los datos cuantitativos de la investigación.

3.1 Tipo de investigación

Cuantitativo, porque se efectuó la medición de una variable cuantitativa, la capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable (PAS).

3.1.1 Diseño de investigación

Experimental, porque se manipuló intencionalmente la variable independiente (jardín vertical con *Aptenia cordifolia*), para analizar los efectos que esta tiene sobre la variable dependiente (capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable).

3.1.2 Nivel de investigación

Aplicativo, porque se buscó mejorar la calidad del aire e incrementar el porcentaje de áreas verdes existentes en el distrito de Lima, aplicando sistemas de naturación vertical.

3.2 Ámbito temporal y espacial

3.2.1 Ámbito temporal

El período de investigación comprendió 9 meses, entre abril y diciembre del 2019; desarrollándose el monitoreo durante un período de 4 meses (de julio a octubre del 2019), con muestreos y análisis de laboratorio mensuales.

3.2.2 Ámbito espacial

El área de experimentación estuvo ubicada en las instalaciones de la Oficina de la Consultora de Investigación Ambiental ENVIRO EVOLUTION E.I.R.L., en la Avenida España N° 288 – Interior 215 (2° Nivel), en el distrito de Lima; en cuyo mirador se instaló el jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia* (Ver Anexo 4).

3.2.2.1 Ubicación Política

El estudio se realizó en la Av. España 288, próxima al cruce de la Avenida España y Jr. Washington, en el distrito de Lima, provincia y región de Lima.

- **Sector:** Cdra. 2 de la Avenida España
- **Distrito:** Lima
- **Provincia:** Lima
- **Región:** Lima

3.2.2.2 Ubicación Geográfica

Tal como se citó previamente, el jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia* fue instalado en el mirador de las instalaciones de la consultora, cuyas coordenadas se observan en la Tabla 18.

Tabla 18

Coordenadas de ubicación del jardín piloto

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM	
Latitud	12° 03' 28.37" S	Norte (Y)	8666205,235
Longitud	77° 02' 21.09" O	Este (X)	278010,9847
Altitud	143 m.s.n.m.	Altitud	143 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Variables

En la Tabla 19, se muestran las variables utilizadas en la presente investigación con sus respectivos indicadores y unidades.

Tabla 19

Variables e indicadores

VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES	UNIDADES
Especie vegetal (<i>Aptenia cordifolia</i>)	Masa de polvo atmosférico sedimentable en hojas	mg
	Superficie foliar	cm ²
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	UNIDADES
Capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable	Concentración de polvo atmosférico sedimentable en hojas al mes	mg PAS/cm ² /30 días

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población estuvo conformada por las hojas de la cubierta vegetal del jardín vertical piloto. Dicha población se cuantificó un mes posterior a su instalación, realizando un conteo manual de las hojas presentes en una de las cuartas partes de la cubierta vegetal (método del cuarteo). Cabe resaltar que se tomaron en cuenta las hojas cuya superficie foliar fue aproximadamente mayor a 3 cm².

De esta manera, se cuantificó 286 hojas, valor que fue multiplicado por 4 para el cálculo de la población, la cual ascendió a 1 144 hojas.

3.4.2 Muestra

A criterio del investigador, se consideró que el número de muestra sea 15; y se adicionó una de contingencia de 2 hojas (15 % de la muestra), siendo la muestra total equivalente a 17 hojas.

Las muestras fueron tomadas mensualmente los días 10/07/2019, 10/08/2019, 10/09/2019 y 10/10/2019; siendo la unidad de análisis el polvo atmosférico sedimentable depositado en las hojas de la especie *Aptenia cordifolia*.

3.5 Instrumentos

Los materiales, equipos y softwares utilizados para el desarrollo de la presente investigación se detallan a continuación:

3.5.1 Materiales

- Mantas para jardín vertical
- Estructura metálica según diseño
- Plancha de cartón prensado
- Lámina de plástico grueso
- Tijeras
- Guardapolvos
- Platos acrílicos
- Cono vacío para CD´s
- Listones de madera
- Bolsa de clavos de 1 1/2 "
- Pernos stove bolt 3/16 x 1 1/2 (con tuercas)
- Pernos autorroscantes 3/16" x 1/2"
- Wachas
- Martillo
- Sierra
- Taladro
- Destornilladores (punta plana y estrella)
- Wincha de 5m
- Tubo PVC de 4"x 2m
- Tapas para tubo PVC de 4"
- Codo 4" x 90°
- Lata de pegamento azul para PVC
- Caño
- Goteros regulables azules
- Llaves de 16mm
- Codos de 16 mm

- Abrazaderas metálica 1 oreja
- Abrazadera metálica ajustable
- Manguera de polietileno de 16 mm (5 m)
- Rejilla metálica galvanizada 65 cm x 30 cm
- Broca de 3/16"
- Broca 1/16"
- Especies vegetales "La Señorita"
- Saco de 7 kg de tierra negra
- Bolsas de musgo seco
- Balanza granera Kambor de 5 kg
- Especies vegetales "La Señorita"
- Listones de madera
- Lata de pegamento azul para PVC
- Bolsa de 50 g de clavos de 1/2 "
- Bisagras
- Brocha de 1 1/2 "
- Placas de vidrio (10 x 10 cm)
- Balde de pintura "El Vencedor"
- Guantes
- Pinzas
- Cajas organizadoras Rey (pandora # 20)
- Tapers cuadrados M&K
- Maleta de plástico N° 16 (Botiquín)
- Vasos precipitados de 50 ml
- Crisoles de 50 ml
- Mascarillas N95
- Block A4 de papel milimetrado (50 hojas)
- Hojas canson
- Marcador indeleble
- Lapiz Artesco 2B
- Borrador Artesco
- Tajador

- Clips
- Papel bond A4 (paquete x 500 hojas)
- Fólderes manila
- Libreta de campo
- Tinta hp 122 XL-Negro
- Tinta hp 122 XL-Tricolor
- Memoria USB 8 Gb Kingston
- CD's

3.5.2 Equipos

- Laptop ASUS Core i5 (Desarrollo del Informe de Tesis y procesamiento de datos mediante softwares).
- Cámara digital Canon (Toma de fotografías en campo y laboratorio).
- Termohigrómetros RHT 10 (Registro de datos de temperatura y humedad relativa en la zona de implementación del jardín vertical piloto).
- Calculadora fx-570LA PLUS (Cálculos matemáticos en laboratorio).
- Impresora multifuncional hp Deskjet 2050 (Impresión de documentos).

3.5.3 Softwares

- Microsoft Word 2013 (Redacción del Informe de Tesis).
- Microsoft Excel 2013 (Procesamiento de datos estadísticos).
- ArcGIS 10.3 (Confección de mapas de ubicación y límites)
- AutoCAD 2016 (Confección de planos del jardín vertical piloto).
- WRPLOT (Elaboración de las rosas de viento).

3.6 Procedimientos

La investigación se desarrolló a través de las siguientes etapas:

3.6.1 Etapa 1. Descripción de las condiciones meteorológicas

Las actividades realizadas durante la primera etapa fueron las siguientes:

- Se identificó la fachada de la Consultora de Investigación Ambiental ENVIRO EVOLUTION como potencial área de experimentación y se seleccionó la parte correspondiente a la Av. España para la futura instalación del jardín vertical piloto.
- Se describió las condiciones meteorológicas del área de experimentación, durante el mes previo a su instalación (09/05/2019 al 08/07/2019) y durante el período de estudio (10/06/2019 al 09/10/2019).
- Los datos de temperatura y humedad relativa fueron registrados por el termohigrómetro RTH 10, cuyas especificaciones técnicas y cuyos registros se encuentran en los Anexos 1 y 2 respectivamente.
- Mientras que los datos de precipitación, velocidad y dirección del viento, los cuales se muestran en el Anexo 3, fueron tomados de la base meteorológica “Estación Campo de Marte” del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), por ser la estación más cercana al área de experimentación.
- Finalmente, para el procesamiento y obtención de las rosas de viento de los meses en estudio, se utilizó el software libre WRPLOT, en el cual se introdujo las velocidades y direcciones de viento horarias obtenidas.

3.6.2 Etapa 2. Diseño y desarrollo del jardín vertical piloto.

Las actividades realizadas durante la segunda etapa fueron las siguientes:

- Se visitó diversos jardines verticales, como los ubicados en el Parque Kennedy (Distrito de Miraflores), en el Centro Comercial Larcomar (Distrito de Miraflores), en el Centro Comercial OECHSLE (Distrito de Miraflores), y en el Parque La Muralla (Distrito de Lima). En ellos, se observó la variedad de materiales empleados, los sistemas de riego y drenaje, y las especies vegetales utilizadas, con la finalidad de efectuar un idóneo diseño de los componentes del jardín vertical piloto a implementar.
- Se seleccionó la *Aptenia cordifolia* como la especie vegetal para el jardín vertical piloto, por su fácil adaptación en sistemas de naturación vertical y su baja demanda hídrica.
- Se diseñó el jardín vertical piloto mediante el software AUTOCAD 2016, estableciendo sus dimensiones, sus componentes y la distribución de especies en el mismo.
- Se seleccionó como sustrato para el crecimiento de la especie vegetal, una combinación de tierra negra y musgo seco, buscando así aligerar el peso del jardín vertical piloto.
- Se adquirió los materiales y se procedió a la construcción del jardín vertical piloto. Inicialmente se confeccionó la estructura metálica según el diseño previsto; sobre la cual se colocó la capa impermeable, compuesta por material MDF forrado con una lámina de polietileno. Sobre la capa impermeable, se dispuso las mantas verticales, las cuales fueron adaptadas y empernadas a la estructura metálica.

- Se implementó el sistema de riego del jardín vertical, así como el sistema de drenaje, para luego proceder con el recubrimiento de estos.
- Antes de la instalación de las especies vegetales, se retiró su sustrato de origen, se extrajeron las hojas deterioradas, para luego efectuar la limpieza de las hojas restantes con agua.
- Posterior al tratamiento de las especies vegetales, estas fueron pesadas en una balanza granera Kambor y, trasplantadas a los bolsillos de las mantas del jardín vertical piloto; para finalmente, realizar su instalación en la zona seleccionada.

3.6.3 Etapa 3. Cuantificación de la capacidad de retención de PAS.

Las actividades desarrolladas en la tercera etapa fueron las siguientes:

- Definido el tamaño de muestra (número de hojas a ser analizadas), tal como se especifica en el Ítem 3.4.2 Muestra, se inició el monitoreo de polvo atmosférico sedimentable, desde el día de la instalación del jardín vertical (10/06/19); supervisando constantemente las especies vegetales con la finalidad de salvaguardar la calidad monitoreo.
- Las muestras fueron tomadas mensualmente durante el período de estudio (10/06/2019 al 09/10/2019), los días 10/07/2019, 10/08/2019, 10/09/2019 y 10/10/2019; almacenando las hojas en recipientes herméticos con divisiones internas, para evitar su contacto con la intemperie.
- Se trasladaron las muestras con sumo cuidado al Laboratorio del “Medio Ambiente y Geografía” de la Facultad de Ing. Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la UNFV, para realizar los procedimientos correspondientes.

- En el laboratorio, se empleó el método gravimétrico para el cálculo de sólidos totales, establecido en el ítem 2540 B. Total Solids Dried at 103–105°C (2540 B. Sólidos totales secados a 103-105°C) del método de referencia “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (Métodos estándares para la examinación de aguas y aguas residuales), el cual consistió en los siguientes pasos:
 - Se calcinó la cápsula de porcelana a 550° +/- 50°C, durante una hora en una mufla.
 - Se enfrió, desecó, pesó y almacenó lista para su uso.
 - Se retransfirió la muestra medida a la cápsula previamente pesada y se evaporó a sequedad en una estufa a 103° - 105°C.
 - Se enfrió la cápsula en un desecador y se pesó.
 - Se repitió el ciclo de secado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener un peso constante.

Cálculos:

$$\text{mg de Sólidos Totales/L} = (A-B) \times 1000/\text{L de muestra}$$

Donde:

A= peso de muestra (PAS) + cápsula (g)

B= peso de cápsula (g)

- Producto de los análisis de laboratorio se obtuvieron la masa inicial ($m_{inicial}$) y la masa final (m_{final}) de las cápsulas empleadas, datos que fueron registrados cuidadosamente.

- Se secaron las hojas analizadas a temperatura ambiente, para luego determinar la superficie foliar de cada una de ellas, dibujando sus siluetas en hojas de papel milimetrado y realizando el conteo de cuadrados con 2 repeticiones.
- Obtenidos los datos mencionados, se calculó la capacidad de retención de PAS de la *Aptenia cordifolia*, en miligramos PAS por centímetro cuadrado foliar al mes (mg PAS/cm²/mes), realizando la siguiente operación (Torres, 2016):

$$[PAS] = \frac{m_{final} - m_{inicial}}{A} = \frac{m_{PAS}}{A}$$

Donde:

[PAS]: Capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable de la *Aptenia cordifolia* al mes, en mg PAS/cm²/mes

m_{inicial}: Masa inicial de las cápsulas (sin polvo atmosférico sedimentable), en miligramos.

m_{final}: Masa final de las cápsulas (con polvo atmosférico sedimentable), en miligramos.

m_{PAS}: Masa de polvo atmosférico sedimentable retenido en las hojas de la *Aptenia cordifolia*, en miligramos.

A: Área foliar en cm²

- Posterior al cálculo de las capacidades de retención, se aplicó la prueba Q de Dixon a los valores obtenidos en cada mes, con la finalidad de eliminar los datos sospechosos y, así proceder a la obtención de la capacidad de retención promedio mensual. De esta manera, con estos valores promedios, se determinó la capacidad de retención final promedio de la *Aptenia cordifolia*.

3.6.4 Etapa 4. Propuesta de instalación de jardines verticales

Las actividades desarrolladas en la cuarta etapa fueron las siguientes:

- Calculada la capacidad de retención final promedio, esta fue utilizada para estimar la cantidad total de PAS retenida por el jardín vertical piloto; así como también, la cantidad de PAS retenida por metro cuadrado del mismo en un tiempo de exposición de 1 mes.
- De esta manera, en base a los datos estimados, se calculó la cantidad total de PAS que captarían 100 000 m² (0,1 km²) de jardines verticales, con la finalidad de proponer su implementación en las vías de alto tránsito vehicular y peatonal del distrito de Lima.
- Por consiguiente, a través de la presentación de la propuesta, se comprobó la relevancia de los jardines verticales con *Aptenia cordifolia* en la mejora de la calidad del aire, promoviendo así su implementación en futuros planes urbanísticos del distrito de Lima para la optimización de la calidad de vida de la población.

3.7 Análisis de datos

En la presente investigación, la obtención de los datos se realizó a través de registros insitu con un termohigrómetro, procesamiento de datos meteorológicos del SENAMHI y, análisis de laboratorio mensuales; datos que fueron analizados tal como se detalla a continuación:

3.7.1 Condiciones meteorológicas de la zona de experimentación

Los registros horarios de temperatura y humedad relativa, mostrados en el Anexo 2, fueron obtenidos con el termohigrómetro RHT 10. Dichos datos fueron debidamente procesados y analizados con apoyo del software Microsoft Excel.

Mientras que, los datos de precipitación, velocidad y dirección del viento, presentados en el Anexo 3, fueron adquiridos de los registros meteorológicos de la Estación “Campo de Marte” del SENAMHI y, al igual que los datos anteriores, fueron tratados con el software Microsoft Excel. A su vez, para el análisis de la velocidad y dirección predominante del viento se elaboraron rosas de viento, empleando el software WRPLOT.

3.7.1.1 Condiciones meteorológicas previas a la experimentación

Se presenta el análisis de las condiciones meteorológicas del área de experimentación durante el mes previo a la instalación del jardín vertical piloto (mes 0), es decir, a partir del 09/05/19 hasta el 08/06/19.

3.7.1.1.1 Temperatura

En la Figura 10 se muestra el comportamiento de la temperatura diaria promedio, observándose la tendencia descendente de la curva, la cual inició con 21,0 °C el día 1 (09/05/19) y finalizó con 17,3 °C el día 31 (08/06/19). Así mismo, se obtuvo un promedio mensual de 18,6 °C, un valor máximo de 21,6 °C el día 5 (13/05/19) y, un valor mínimo de 16,4 °C el día 28 (05/06/19), presentándose así una amplitud térmica de 5,2 °C.

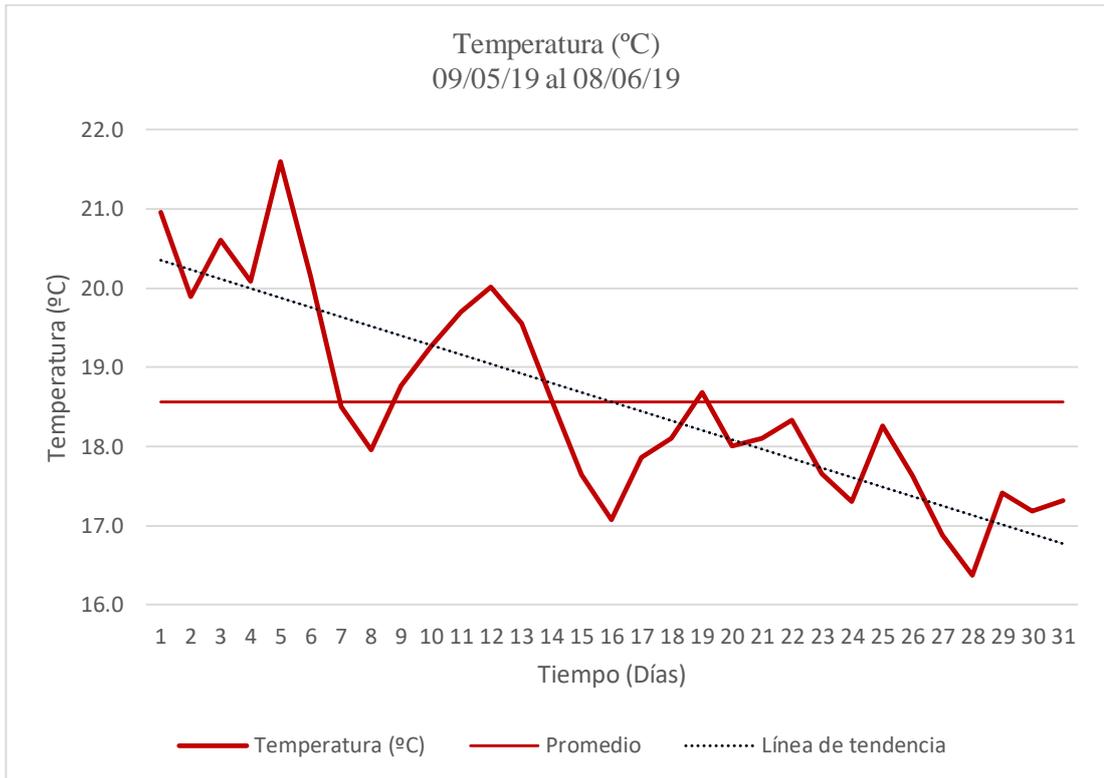


Figura 10. Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 0.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.1.2 Humedad relativa

Por otro lado, el comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes previo a la instalación del jardín vertical piloto, se muestra en la Figura 11, en la cual se observa la tendencia ascendente de la curva, iniciando con 79,4 % el día 1 (09/05/19) y finalizando con 90,4 % el día 31 (08/06/19). Además, se obtuvo un promedio de 86,6 %, un valor máximo de 95,6 % el día 16 (24/05/19), y un valor mínimo de 78,5 % el día 5 (13/05/2019), presentándose una amplitud de 17,1 %.

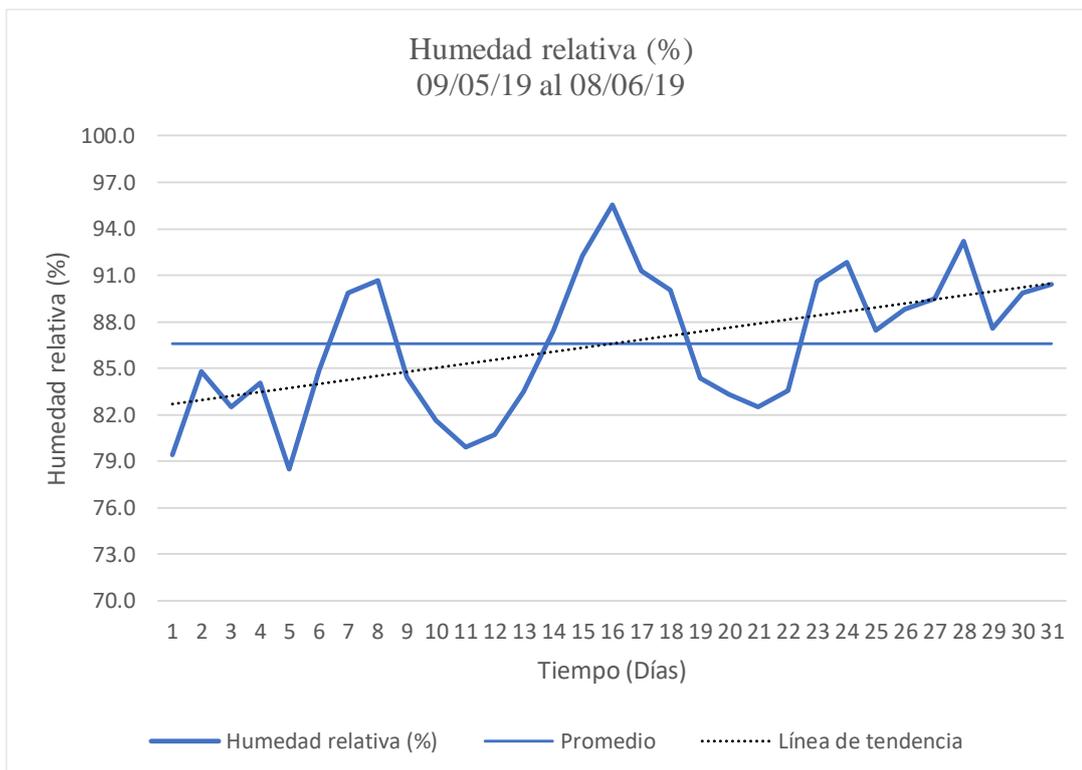


Figura 11. Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio durante el mes 0. Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.1.3 Precipitación

De acuerdo a los registros meteorológicos de la Estación Campo de Marte, los cuales se muestran en el Anexo 3, durante el mes previo a la instalación del jardín vertical piloto (mes 0), del 09/05/2019 al 08/06/2019, la precipitación fue de 3,5 mm.

3.7.1.1.4 Velocidad del viento

El comportamiento de la velocidad diaria promedio durante el mes 0, mantuvo una tendencia descendente, tal como se observa en la Figura 12, iniciando con una velocidad de 2,5 m/s y finalizando con una de 2,1 m/s. La velocidad del viento promedio para dicho período fue de 1,9 m/s, llegando a un valor mínimo de 1,3 m/s el día 14 (22/05/2019) y, a un valor máximo de 2,6 m/s el día 12 (20/05/2019) con una amplitud de 1,3 m/s.

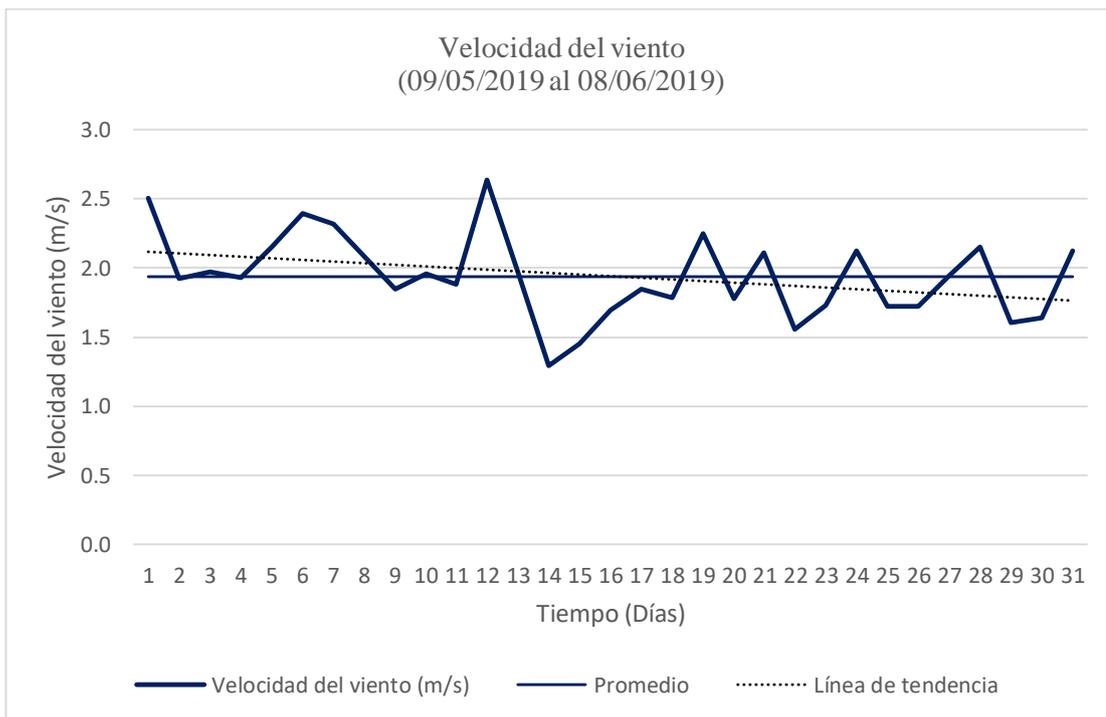


Figura 12. Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio durante el mes 0.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.1.5 Dirección del viento

Durante el mes previo a la instalación (mes 0), la dirección predominante del viento fue la Sur suroeste (SSO), seguida de la Suroeste (SO), presentándose una ocurrencia aproximada de 45,4 y 32,0 % respectivamente, tal como se observa en la Figura 13. Así mismo, los intervalos de velocidad del viento más frecuentes fueron los de 0,50 a 2,1 m/s y 2,10 a 3,60 m/s. Además, durante el mes 4, se observó una calma de 5,65 %, lo cual evidencia que, durante momentos breves, el viento no sopló en ninguna dirección.

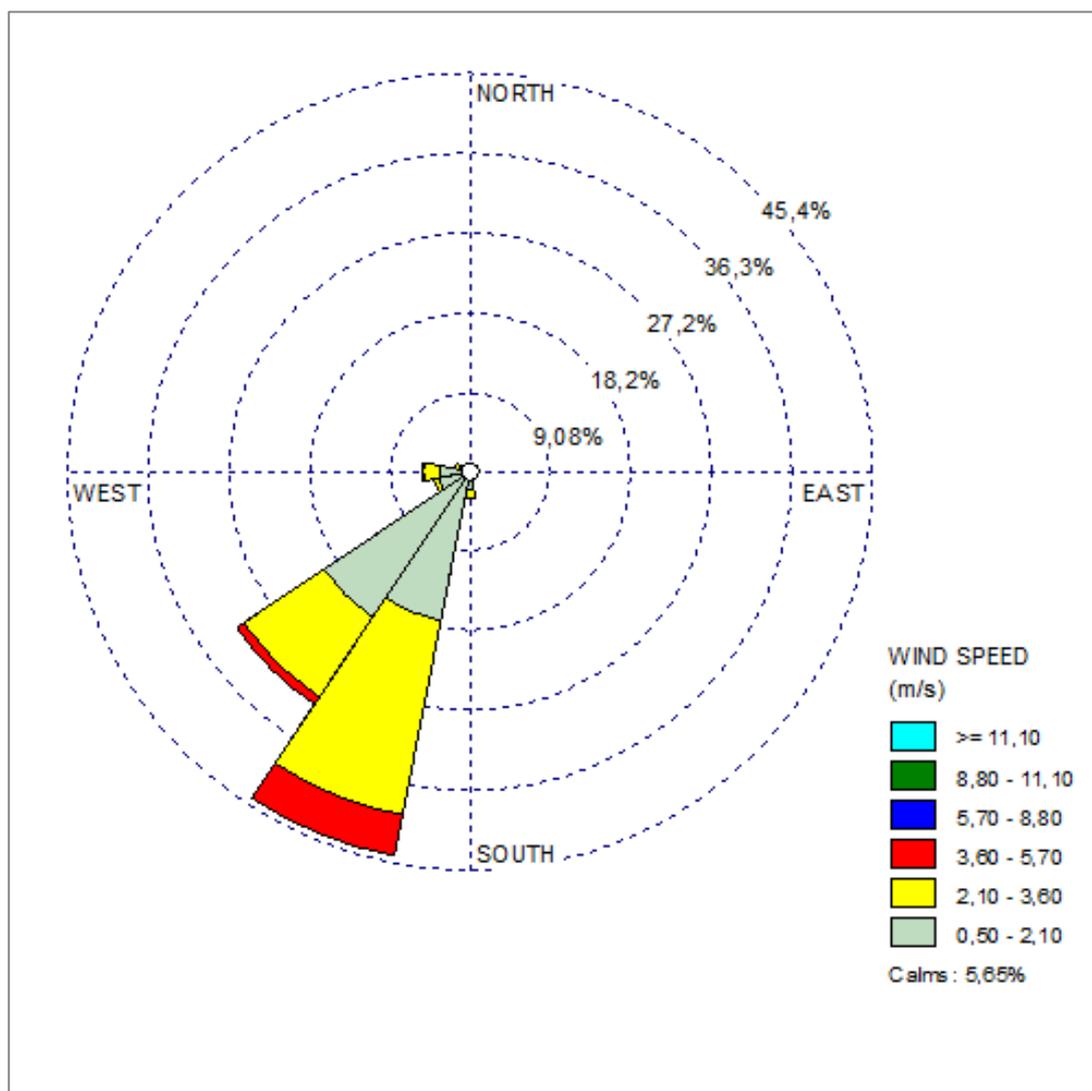


Figura 13. Rosa de vientos del mes 0.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.2 Condiciones meteorológicas durante la experimentación

Se presenta el análisis de las condiciones meteorológicas durante los meses de experimentación, los cuales fueron los siguientes: mes 1 (del 10/06/19 al 09/07/19), mes 2 (del 10/07/19 al 09/08/19), mes 3 (del 10/08/19 al 09/09/19) y el mes 4 (del 10/09/19 al 09/10/19).

3.7.1.2.1 Temperatura

Durante el mes 1, la línea de tendencia de las temperaturas diarias promedio se mantuvo constante, tal como se muestra en la Figura 14, presentándose un promedio de 16,9 °C. Así mismo, se observó un valor máximo de 17,8 °C el día 4 (13/06/19), un valor mínimo de 16,0 °C el día 9 (18/06/19) y, en consecuencia, una amplitud térmica de 1,8 °C.

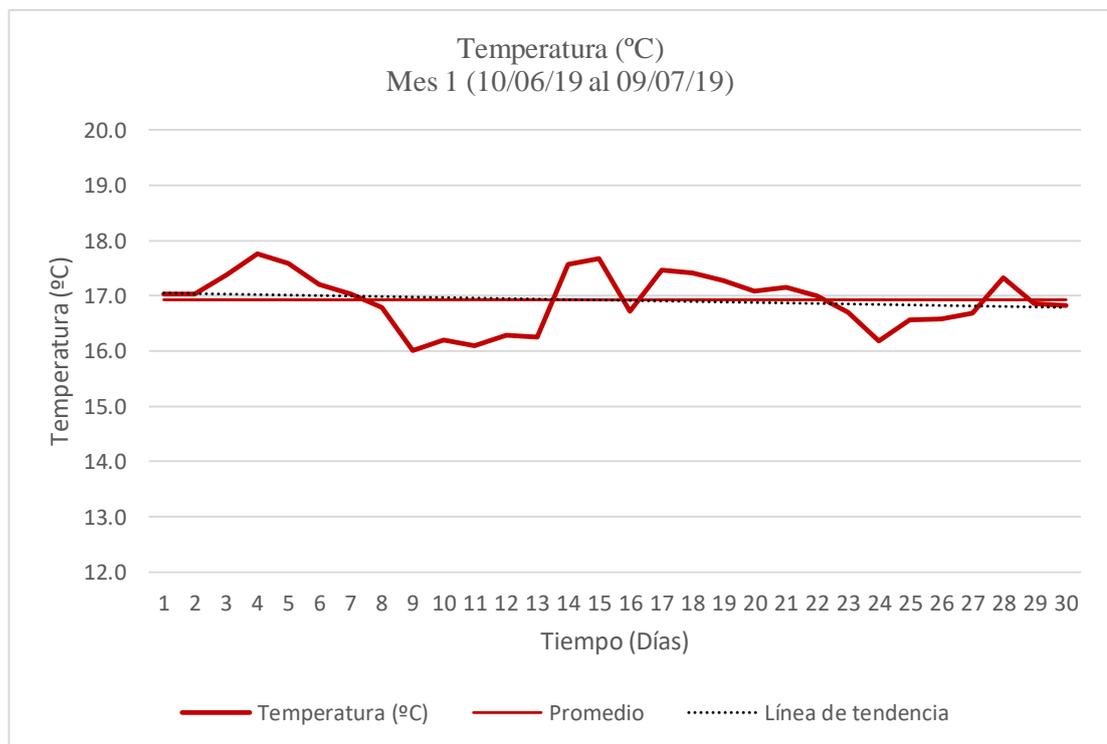


Figura 14. Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 1.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 15 se muestra el comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 2, cuya línea de tendencia mostró un comportamiento descendente, presentándose un promedio de 15,8 °C. Al mismo tiempo, se observó un valor máximo de 17,6°C el día 2 (11/07/19) y un valor mínimo de 14,4 °C el día 20 (29/07/19) y, en efecto, una amplitud térmica de 3,2 °C.

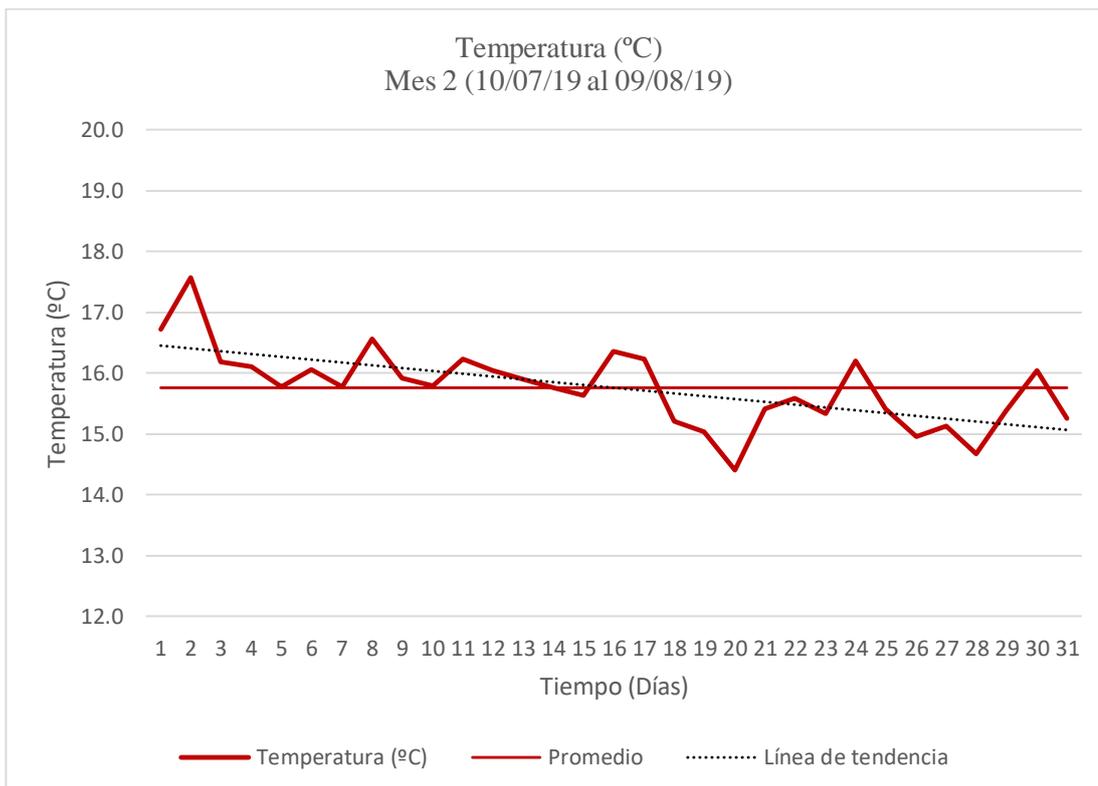


Figura 15. Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 2.
Fuente: Elaboración propia.

Mientras tanto, durante el mes 3, la línea de tendencia de las temperaturas diarias promedio presentó un comportamiento ascendente, tal como se muestra en la Figura 16. El promedio obtenido para el presente período de exposición fue de 16,3 °C, observándose un valor máximo de 17,8 °C los días 13 (22/08/19) y 14 (23/08/19); un valor mínimo de 14,9 °C el día 6 (15/08/19) y, por consiguiente, una amplitud térmica de 2,9 °C.

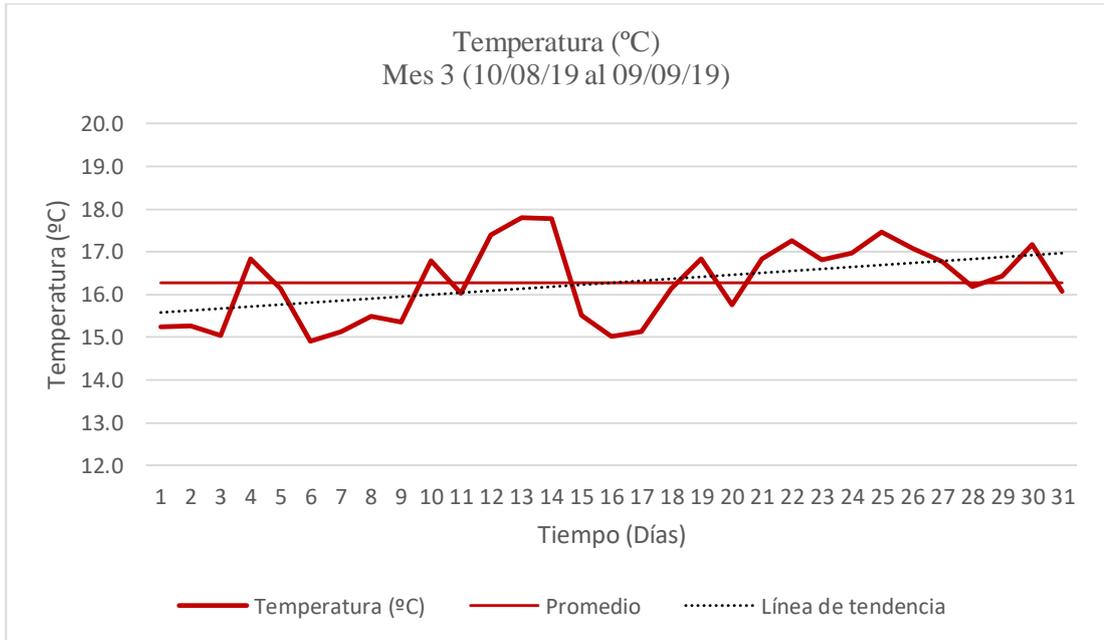


Figura 16. Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 3.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17 se observa el comportamiento ascendente de la línea de tendencia de las temperaturas diarias promedio del mes 4, presentándose un promedio de 17,5 °C, un valor máximo de 20,5 °C el día 20 (29/09/19), un valor mínimo de 15,4 °C el día 4 (13/09/19); y una amplitud térmica de 5,1 °C.

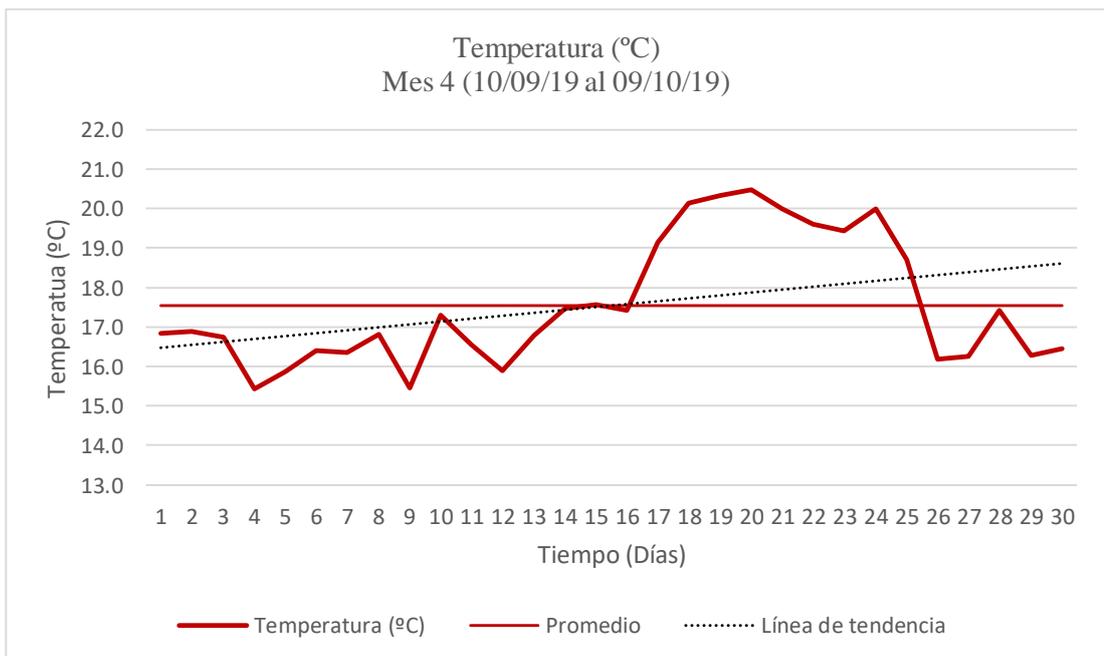


Figura 17. Comportamiento de la temperatura diaria promedio durante el mes 4.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.2.2 Humedad relativa

En la Figura 18 se muestra el comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 1, presentándose una línea de tendencia constante con un promedio de 89,1 %. El valor máximo (94,8 %) se observó el día 11 (20/06/2019); mientras que el valor mínimo (82,5 %), el día 14 (23/06/2019); por lo cual, la amplitud de la humedad relativa fue de 12,3 %.

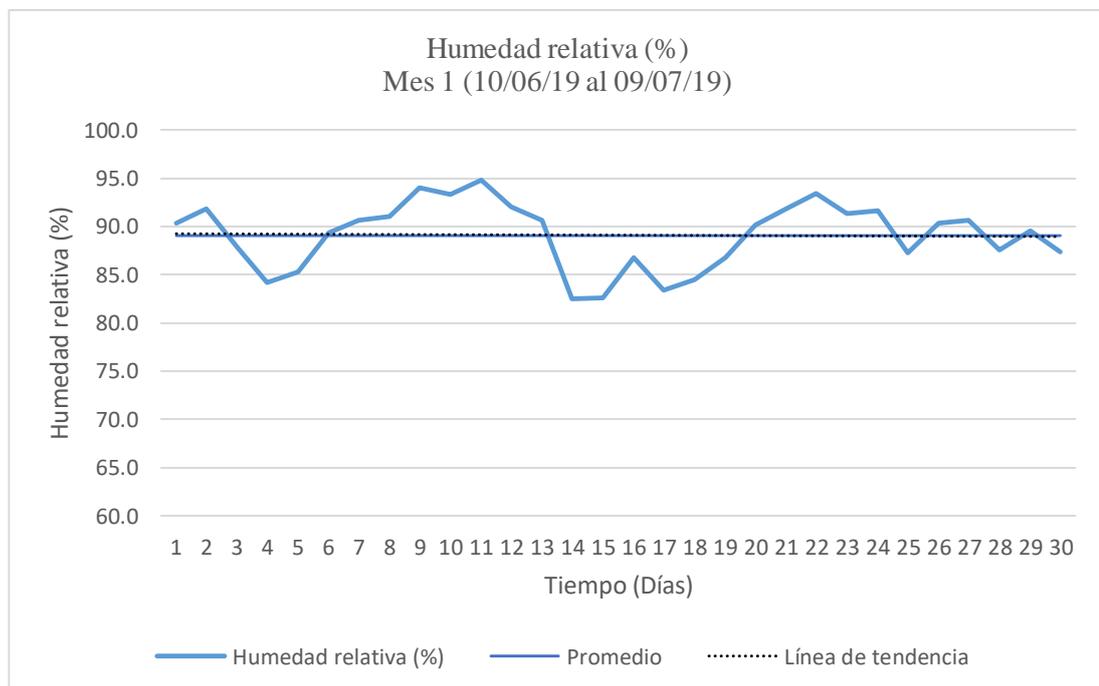


Figura 18. Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 1.
Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, durante el mes 2, la línea de tendencia de la humedad relativa diaria promedio mostró un comportamiento constante, tal como se muestra en la Figura 19, presentándose un promedio de 88,9%. Además, se observó un valor máximo de 94,2 % el día 7 (16/07/19) y un valor mínimo de 84,2 % el día 22 (31/07/19) y, por ende, una amplitud de 10,0%.

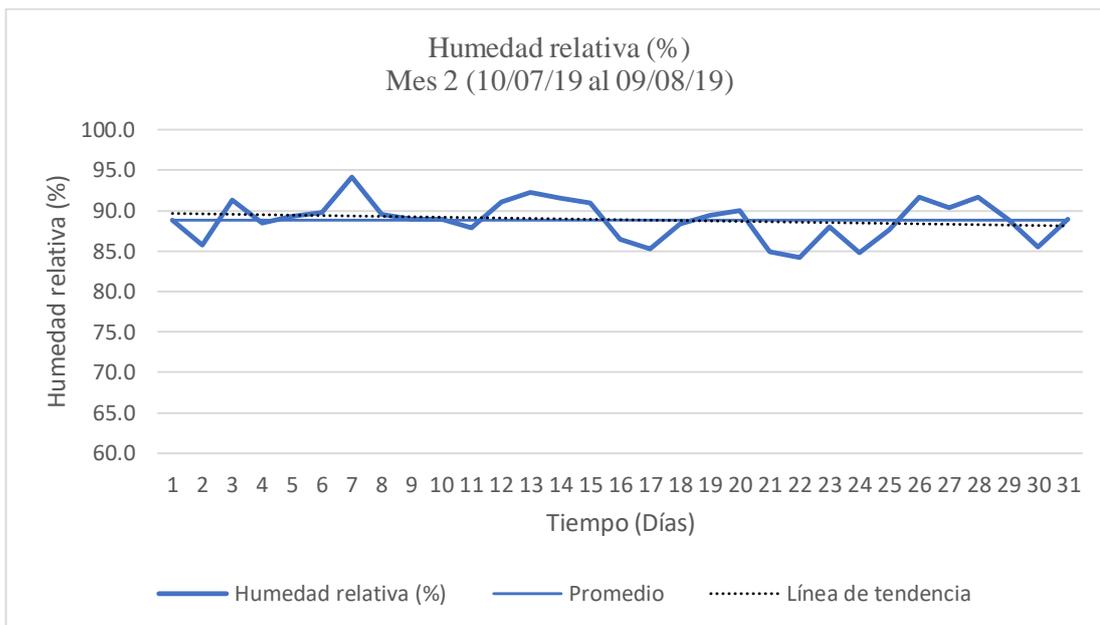


Figura 19. Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 2.
Fuente: Elaboración propia.

En el mes 3, la línea de tendencia de la humedad relativa diaria promedio también tuvo un comportamiento constante, tal como se observa en la Figura 20, con un promedio de 86,8 %, alcanzando un valor máximo de 93,4 % el día 6 (15/08/19), un valor mínimo de 80,7 % el día 13 (22/08/19) y una amplitud de 12,7 %.

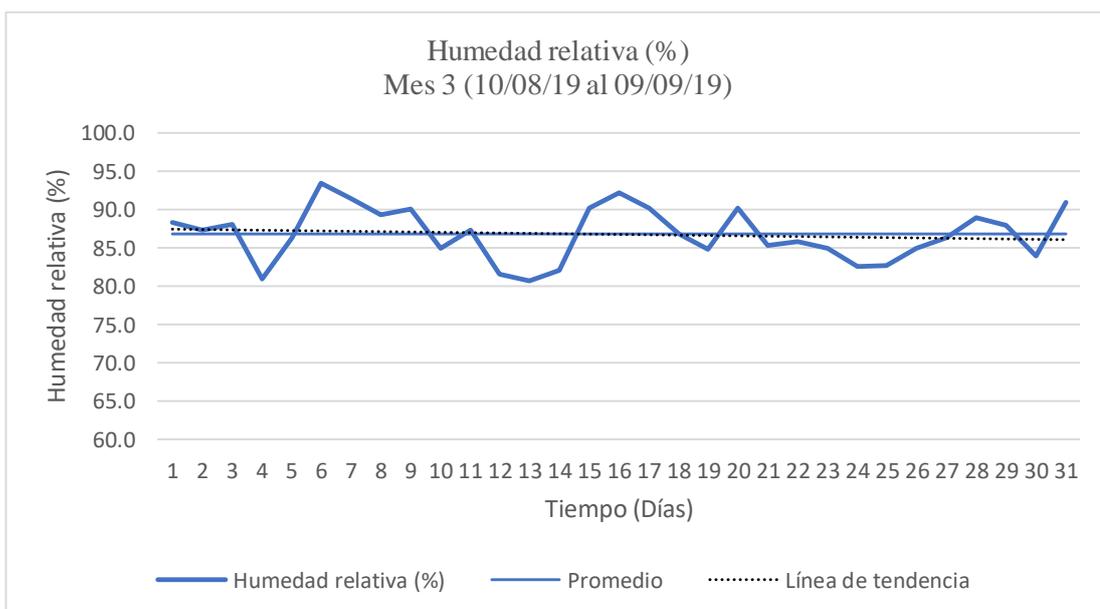


Figura 20. Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 3.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, durante el mes 4, la humedad relativa diaria promedio mostró una línea de tendencia descendente, con un promedio de 83,9 %, tal como se observa en la Figura 21. Así como también, se presentó un valor máximo de 90,9 % el día 12 (21/09/19), un valor mínimo de 73,1 % el día 20 (29/09/19); y una amplitud de 17,8 %.

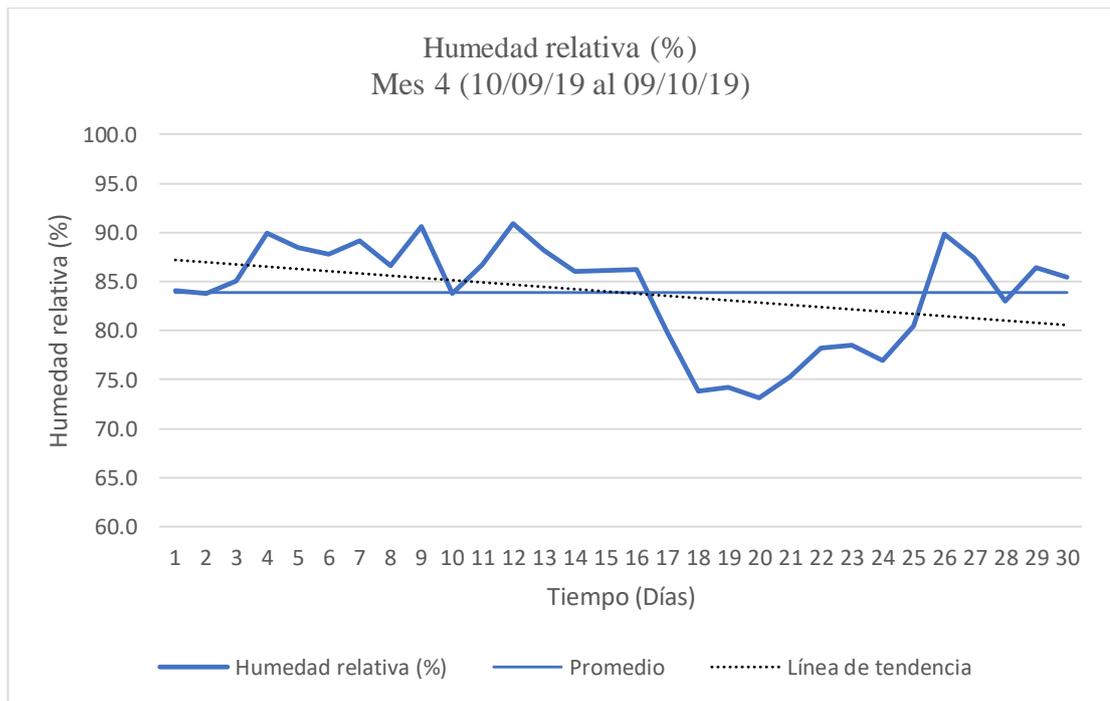


Figura 21. Comportamiento de la humedad relativa diaria promedio del mes 4.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.2.3 Precipitación

En la Tabla 20 se presentan las precipitaciones mensuales registradas durante el período de experimentación, conforme a los datos meteorológicos de la Estación Campo de Marte, presentados en el Anexo 3.

Tabla 20

Precipitaciones de los meses de experimentación.

Mes	Período	Precipitación (mm)
1	10/06/2019 - 09/07/2019	3,4
2	10/07/2019 - 09/08/2019	3,6
3	10/08/2019 - 09/09/2019	2,9
4	10/09/2019 - 09/10/2019	2,6

Fuente: SENAMHI, 2019. Elaboración propia.

Así mismo, en la Figura 22 se muestra gráficamente el comportamiento de las precipitaciones mensuales de los meses de experimentación, apreciándose que la mayor precipitación se presentó en el mes 2 con 3,6 mm, mientras que la menor precipitación se evidenció en el mes 4 con 2,6 mm.

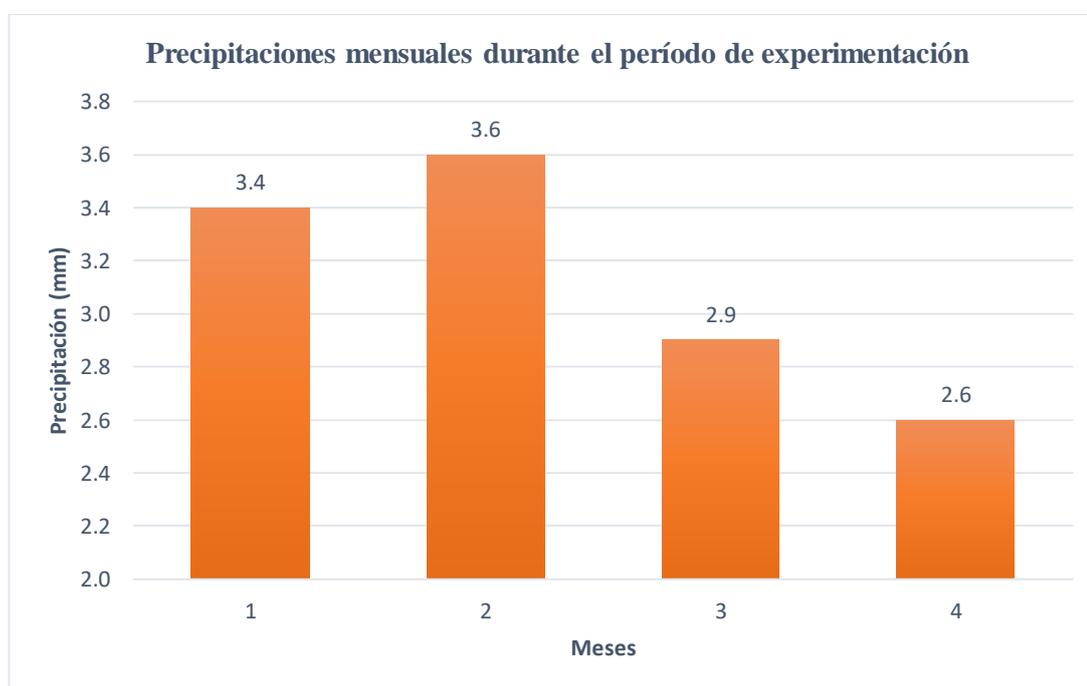


Figura 22. Precipitaciones de los meses de experimentación.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.2.4 Velocidad del viento

En la Figura 23 se muestra el comportamiento de la velocidad diaria promedio durante el mes 1, observándose que la línea de tendencia se mantuvo constante. La velocidad promedio de dicho período fue de 1,9 m/s, llegando a un máximo de 2,5 m/s los días 15 (24/06/2019) y 28 (07/07/2019), un valor mínimo de 1,2 m/s el día 9 (18/06/2019), con una amplitud de 1,3 m/s.

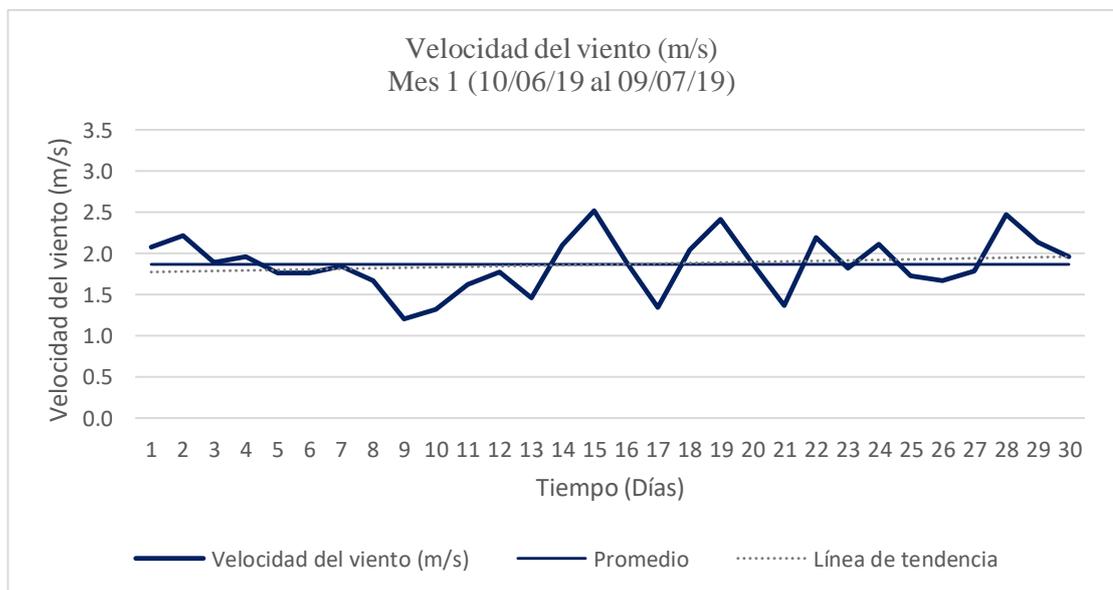


Figura 23. Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio del mes 1.
Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, en la Figura 24, se muestra que durante el mes 2, la línea de tendencia de las velocidades de viento diarias promedio presentó un comportamiento constante, con una velocidad promedio mensual de 2,0 m/s. Además, se observó un valor máximo de 2,4 m/s el día 28 (06/08/2019) y un valor mínimo de 1,4 m/s el día 5 (14/07/2019), por lo cual, la amplitud fue de 1,0 m/s.

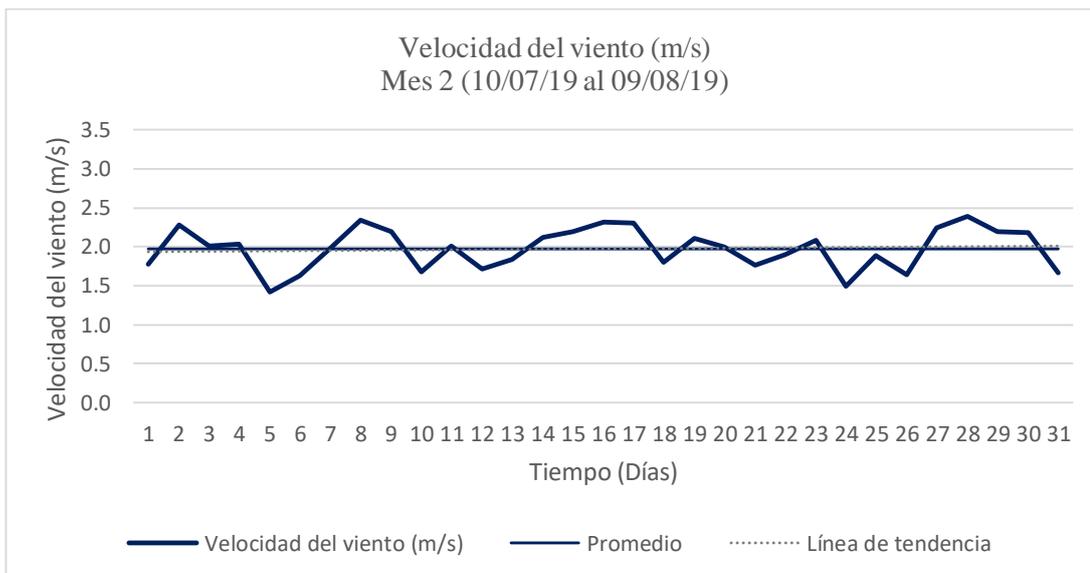


Figura 24. Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio del mes 2.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la Figura 25 se exhibe que la línea de tendencia de las velocidades diarias promedio del mes 3 tuvo un comportamiento ascendente, presentando una velocidad promedio mensual de 2,2 m/s. Al mismo tiempo, se observó un valor máximo de 3,0 m/s el día 25 (03/09/2019), un valor mínimo de 1,6 m/s el día 4 (13/08/2019) y, en consecuencia, una amplitud de 1,4 m/s.

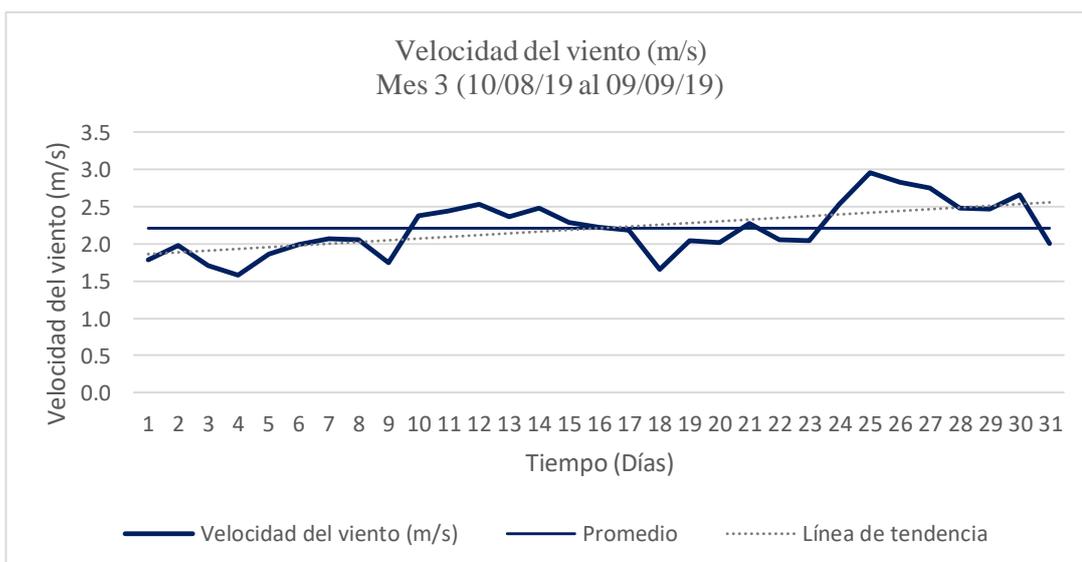


Figura 25. Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio del mes 3.
Fuente: Elaboración propia.

De forma similar, en la Figura 26 se muestra el comportamiento de la línea de tendencia de las velocidades de viento diarias promedio del mes 4, el cual fue ligeramente ascendente, con un promedio mensual de 2,4 m/s. Además, se presentó un valor máximo de 3,1 m/s el día 20 (29/09/2019), un valor mínimo de 1,6 m/s el día 27 (06/10/2019) y, por tanto, una amplitud de 1,5 m/s.

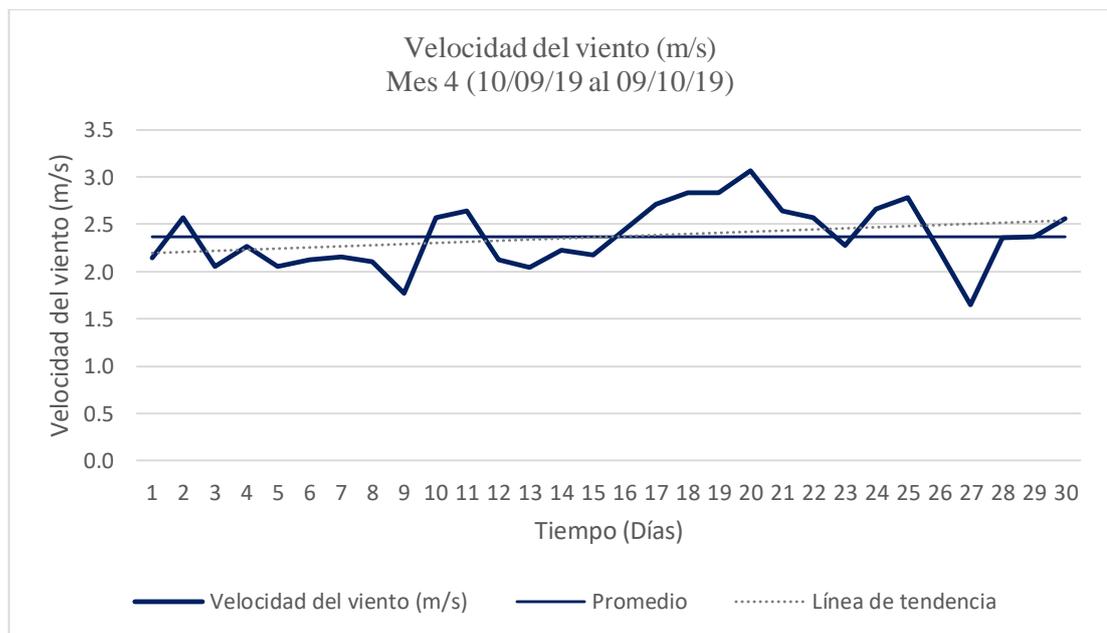


Figura 26. Comportamiento de la velocidad de viento diaria promedio del mes 4.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.1.2.5 Dirección del viento

En base al procesamiento de los datos de velocidad y dirección del viento de la Estación Campo de Marte (SENAMHI), presentados en el Anexo 3, se elaboraron las rosas de viento de los meses de experimentación; con la finalidad de conocer la tendencia mensual del viento.

De manera que, en la Figura 27 se muestra la rosa de vientos del mes 1, la cual señala que la dirección predominante del viento fue la del Suroeste (SO), seguida de la Sur Suroeste (SSO), con una concurrencia aproximada de 41,8 y 40,0 % respectivamente. Además, se observó que los intervalos de velocidad del viento más concurrentes fueron los de 0,5 a 2,1 m/s y 2,1 a 3,6 m/s. Por otra parte, durante el mes 1, se presentó una calma de 5,69%, lo que indica que, durante momentos muy breves, el viento no sopló en ninguna dirección.

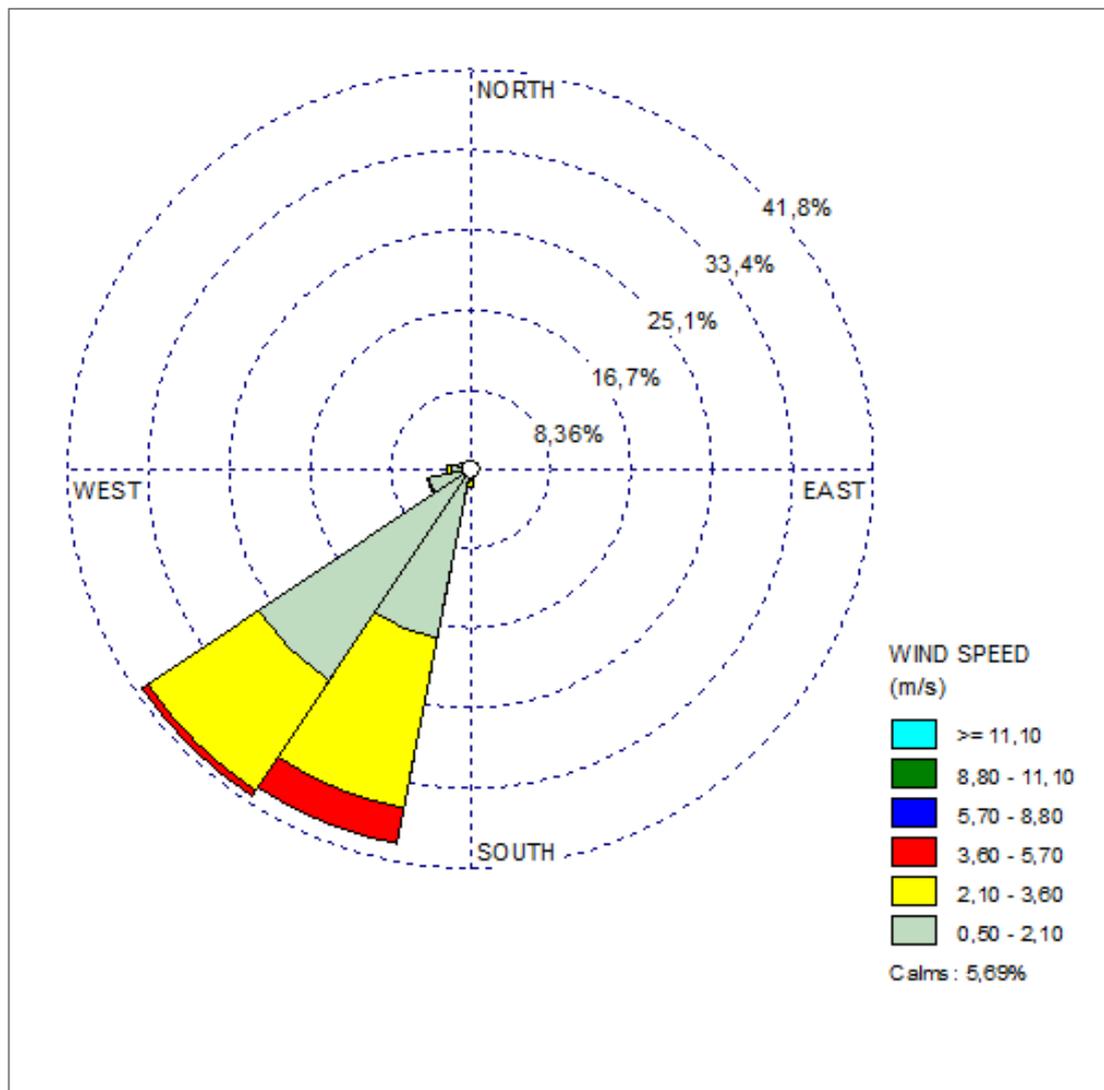


Figura 27. Rosa de vientos del mes 1.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 28, se observa la rosa de viento correspondiente al mes 2, en la que se visualiza que la dirección predominante del viento fue la Sur Suroeste (SSO), seguida de la Suroeste (SO), presentando una concurrencia aproximada del 43,1 y 41,0 % respectivamente. Los intervalos de velocidad del viento más frecuentes fueron los de 0,5 a 2,1 m/s y 2,1 a 3,6 m/s. De forma similar al anterior, durante el mes 2, se presentó una calma de 3,76 %, lo que significó que durante momentos muy cortos el viento no sopló en ninguna dirección.

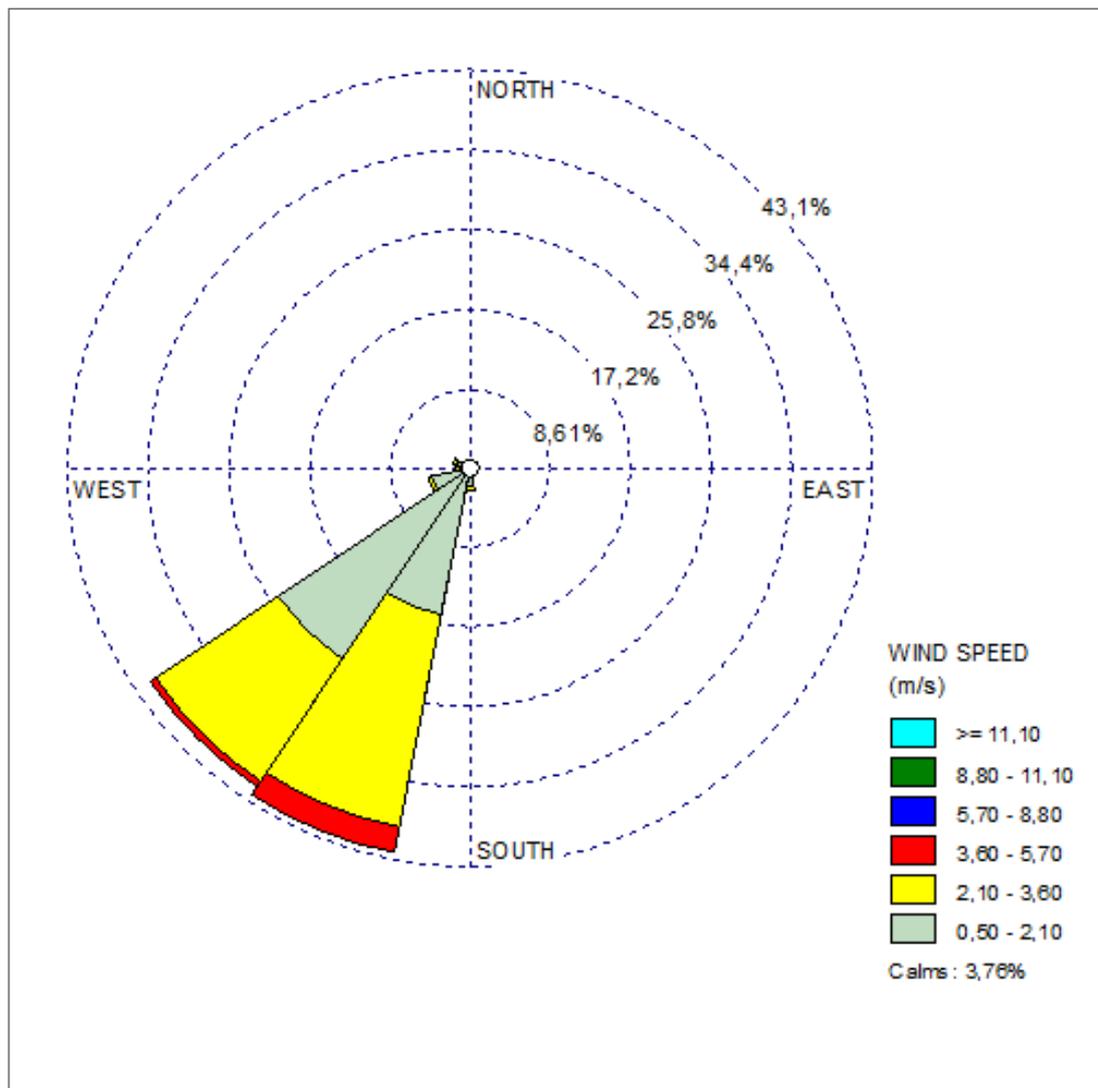


Figura 28. Rosa de vientos del mes 2.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 29, se presenta la rosa de viento correspondiente al mes 3, en la cual se observa que la dirección predominante del viento fue la Suroeste (SO), seguida de la Sur Suroeste (SSO), evidenciándose una concurrencia aproximada de 46,1 y 41,0 % respectivamente. Siendo los intervalos de velocidad del viento más frecuentes los de 0,5 a 2,1 m/s y 2,1 a 3,6 m/s. Además, durante el mes 3, se presentó una calma de 1,61 %, lo cual al igual que los meses anteriores, indicó que el viento no sopló en ninguna dirección durante momentos muy breves.

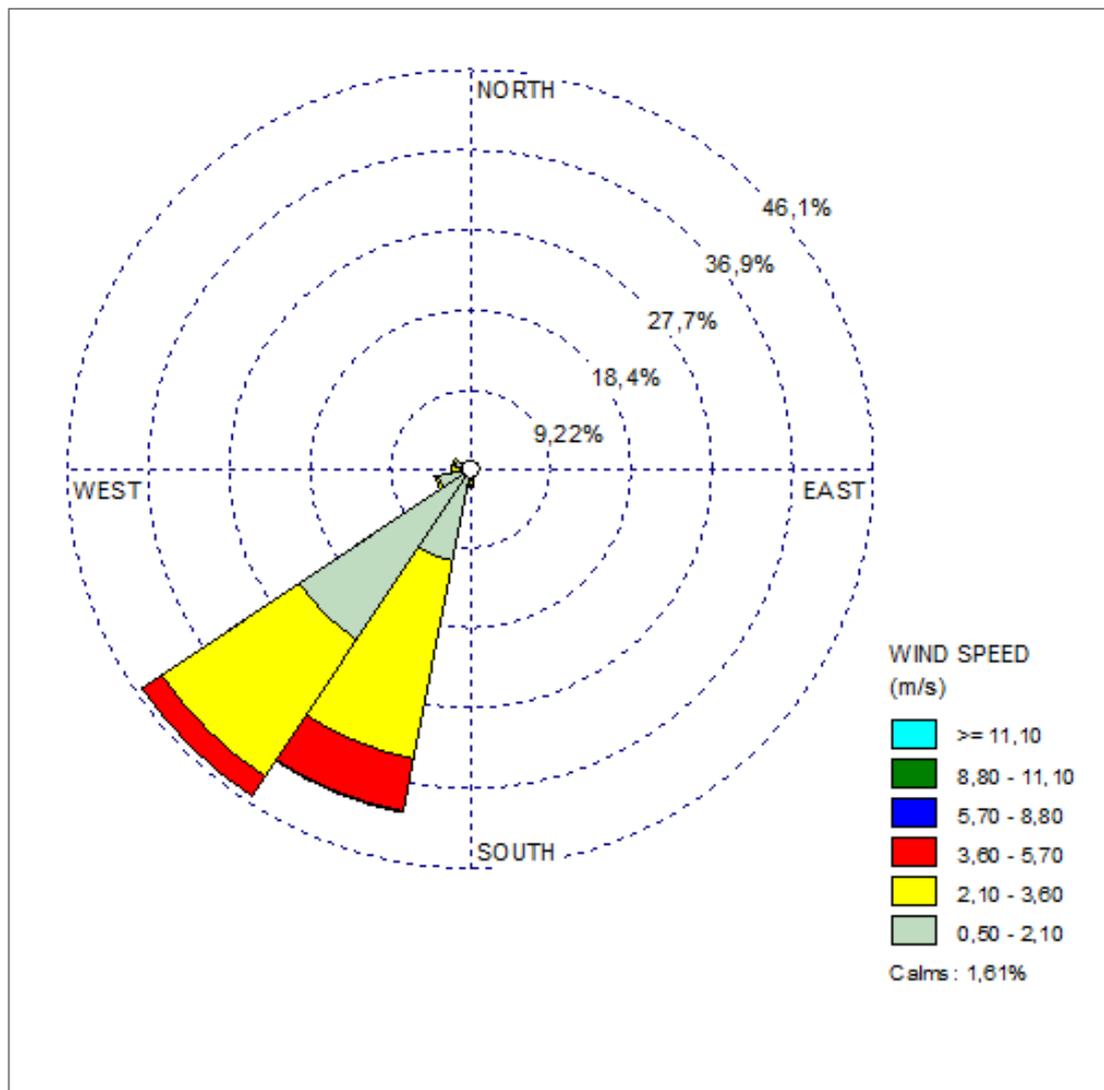


Figura 29. Rosa de vientos del mes 3.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el mes 4 la dirección predominante del viento fue la Sur suroeste (SSO), seguida de la Suroeste (SO), con una ocurrencia aproximada de 48,1 y 39,0 % respectivamente, tal como se observa en la Figura 30. Así mismo, los intervalos de velocidad del viento más frecuentes fueron los de 2,1 a 3,6 m/s y 0,50 a 2,1 m/s. Así como también, cabe señalar que, de igual forma a los meses precedentes, se presentó una calma de 1,81 %, lo cual evidenció ausencia de vientos durante momentos muy cortos.

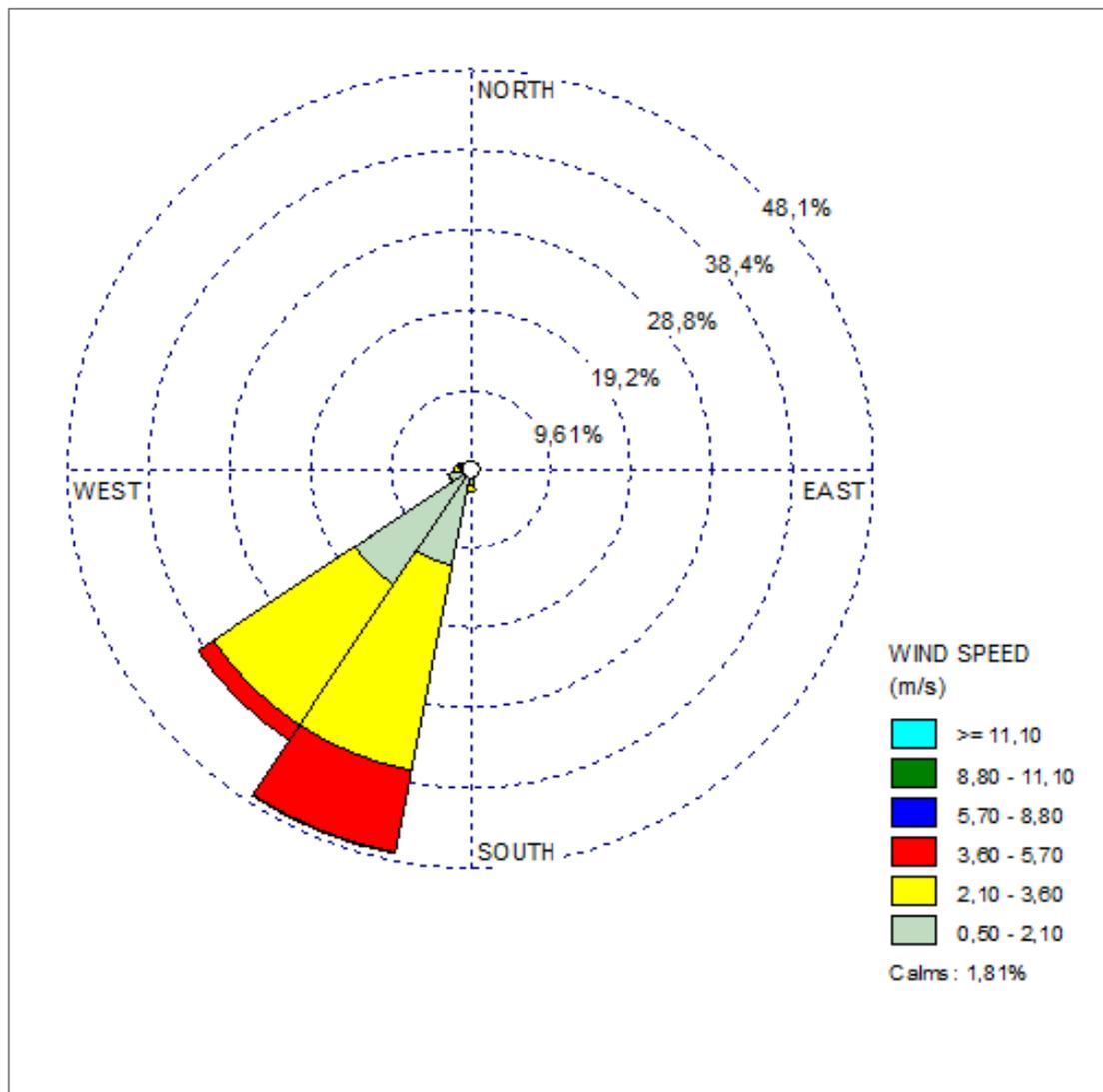


Figura 30. Rosa de vientos del mes 4.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.2 Diseño e implementación del jardín vertical piloto

Se señalan los criterios de diseño del jardín vertical piloto, así como también, se describe la implementación de cada uno de sus componentes, detallando sus características y funciones.

3.7.2.1 Diseño del jardín vertical piloto

El diseño del jardín vertical piloto se realizó considerando las características del espacio de implementación, las condiciones físicas de la zona de estudio (como la temperatura y humedad relativa) descritas en el Ítem 2.4.2 Condiciones físicas del Distrito de Lima y, la facilidad de transporte de sus componentes, los cuales se presentan en el Anexo 5. Así mismo, se debe agregar que el plano de diseño del jardín vertical piloto se desarrolló haciendo uso del software AutoCAD, tal como se muestra en la Figura 31.

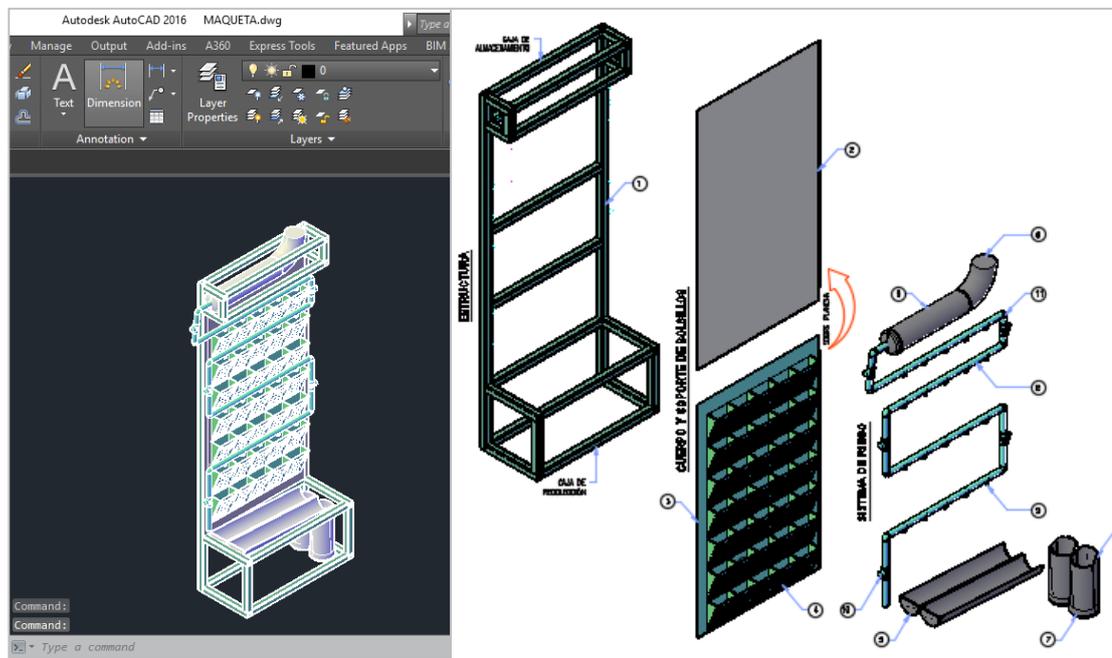


Figura 31. Diseño del jardín vertical piloto en el software AUTOCAD.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.2 Componentes del jardín vertical piloto

Según el diseño del jardín vertical piloto previsto, se desarrolló la implementación de cada uno de sus componentes, los cuales se detallan a continuación:

3.7.2.2.1 Estructura metálica

La estructura metálica, tal como se observa en la Figura 32, representa el soporte del jardín vertical piloto, la cual fue confeccionada con tubos cuadrados de 1 pulgada y 18 mm de espesor según las medidas del diseño, precisadas en el Anexo 6. Se debe indicar que se consideró el material metálico con la finalidad de formar una estructura vertical rígida que simule una fachada piloto. Además, la estructura metálica facilitó el traslado del jardín e implementación de sus componentes y, por ende, permitió un mejor manejo experimental del proyecto.



Figura 32. Estructura metálica del jardín vertical piloto.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.2.2 *Capa impermeabilizante*

La capa impermeabilizante consistió de una plancha de material MDF, de 120 cm de largo x 65 cm de ancho, forrada con una lámina de polietileno, como se aprecia en la Figura 33. Tal como su nombre lo indica, este componente impermeabilizó la parte principal de la estructura metálica (la zona de anclaje de las mantas verticales), es decir, tuvo la función de cubrirla impidiendo su posible contacto con agua; a la vez, que sirvió de apoyo a la cubierta vegetal.



Figura 33. Elaboración de la capa impermeabilizante.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.2.3 *Mantas verticales*

Las mantas verticales, mostradas en la Figura 34 y cuyas especificaciones técnicas se detallan en el Anexo 7, fueron adquiridas y adaptadas a requerimiento del diseño del jardín vertical piloto. De esta manera, el presente componente estuvo conformado por 35 bolsillos, dispuesto en 7 filas y 5 columnas, tal como se observa en la Figura 35.



Figura 34. Mantas verticales para jardín vertical piloto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 35. Disposición de los bolsillos en las mantas verticales.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.2.4 Sistema de riego

El sistema de riego del jardín vertical piloto consistió de un tanque de almacenamiento en la parte superior, conectado a una manguera de 16 mm de diámetro; la cual a su vez fue implementada con codos, llaves y goteros.

El agua de riego se introdujo manualmente por medio de la entrada superior del tanque de almacenamiento para ser distribuida por gravedad, a través de la manguera instalada y los goteros colocados a lo largo de ella. Como se aprecia en la Figura 36, inicialmente la manguera recorrió las dos primeras filas de bolsillos para luego hacerlo cada dos filas. Esto debido que las primeras necesitaron ser regadas directamente, ya que recibieron menor cantidad de agua que las siguientes, las cuales además de recibir el agua de riego por goteo, también recibieron el agua de infiltración de los bolsillos superiores.



Figura 36. Distribución de la manguera en el jardín vertical piloto.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 37 se muestra el tanque de almacenamiento de agua, el cual tuvo una capacidad aprox. de 4 litros, y fue instalado considerando una pequeña pendiente, que permitiera la caída del agua por gravedad y en efecto, su distribución en el sistema de riego, cuya implementación final se observa en la Figura 38.



Figura 37. Tanque de almacenamiento de agua.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 38. Implementación final del sistema de riego del jardín vertical piloto.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.2.5 Sistema de drenaje

En la Figura 39 se observa el sistema de drenaje del jardín vertical piloto, el cual estuvo conformado por dos canales conductores de agua (proveniente de los bolsillos y las precipitaciones); así como también, por dos recipientes colectores del agua discurrida a través de los canales mencionados, los cuales se muestran en la Figura 40.



Figura 39. Sistema de drenaje del jardín vertical piloto.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Recipientes colectores del agua de drenaje.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.2.6 *Sustrato*

Con la finalidad de aligerar el peso del jardín vertical piloto, el sustrato para cada bolsillo de este, estuvo compuesto por 200 gramos de tierra negra y 40 gramos de musgo seco, tal como se observa en la Figura 41; es decir, el peso total del sustrato por bolsillo fue de 240 gramos.



Figura 41. Tierra negra y musgo seco utilizados como sustrato.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.2.7 *Cubierta vegetal*

La especie vegetal utilizada para la experimentación fue la *Aptenia cordifolia*, debido a su facilidad para adaptarse en sistemas verticales de cultivo y su baja demanda hídrica (menor frecuencia de riego), garantizando así el óptimo desarrollo de la cubierta vegetal del jardín vertical piloto.

En efecto, en la Figura 42 se observa la instalación de las especies vegetales en los bolsillos de las mantas verticales, especies que fueron previamente tratadas tal como se especifica en el Ítem 3.6.2 Etapa 2. Diseño y desarrollo del jardín vertical piloto.



Figura 42. Instalación de las especies vegetales.
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la Tabla 21 se presentan los pesos de las 35 especies vegetales con la finalidad de, posteriormente, calcular el peso total de la cubierta vegetal (incluido el sustrato).

Tabla 21

Pesos de las especies vegetales.

		Columnas				
Filas	N°	1	2	3	4	5
	1	99 g	144 g	139 g	78 g	101 g
	2	89 g	94 g	123 g	64 g	94 g
	3	88 g	88 g	83 g	88 g	76 g
	4	143 g	105 g	109 g	112 g	92 g
	5	145 g	125 g	113 g	126 g	125 g
	6	113 g	122 g	181 g	113 g	86 g
	7	67 g	103 g	98 g	85 g	86 g

Fuente: Elaboración propia

Consecuentemente, en la Tabla 22 y Figura 43, se muestra el peso del sustrato (240 g, compuestos por 200 g de tierra negra y 40 g de musgo seco) más el peso de la especie vegetal de cada uno de los bolsillos del jardín vertical piloto. Por consiguiente, se calculó que el peso total de la cubierta vegetal (incluido sustrato) fue de **12 097 g**, equivalente a **12,1 kg**.

Tabla 22

Peso de los bolsillos del jardín vertical piloto (sustrato y especie vegetal).

		Columnas					Total
Filas	N°	1	2	3	4	5	
	1	339 g	384 g	379 g	318 g	341 g	1761 g
	2	329 g	334 g	363 g	304 g	334 g	1664 g
	3	328 g	328 g	323 g	328 g	316 g	1623 g
	4	383 g	345 g	349 g	352 g	332 g	1761 g
	5	385 g	365 g	353 g	366 g	365 g	1834 g
	6	353 g	362 g	421 g	353 g	326 g	1815 g
	7	307 g	343 g	338 g	325 g	326 g	1639 g
Total	2,424 g	2461 g	2526 g	2346 g	2340 g	12097 g	

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, teniendo en consideración el peso total de la cubierta vegetal (12,1 kg, incluido el sustrato), así como el área ocupada por ella (0,715 m²); se estimó que 1m² de cubierta vegetal del jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia* conllevaría un peso de 16,8 kg.

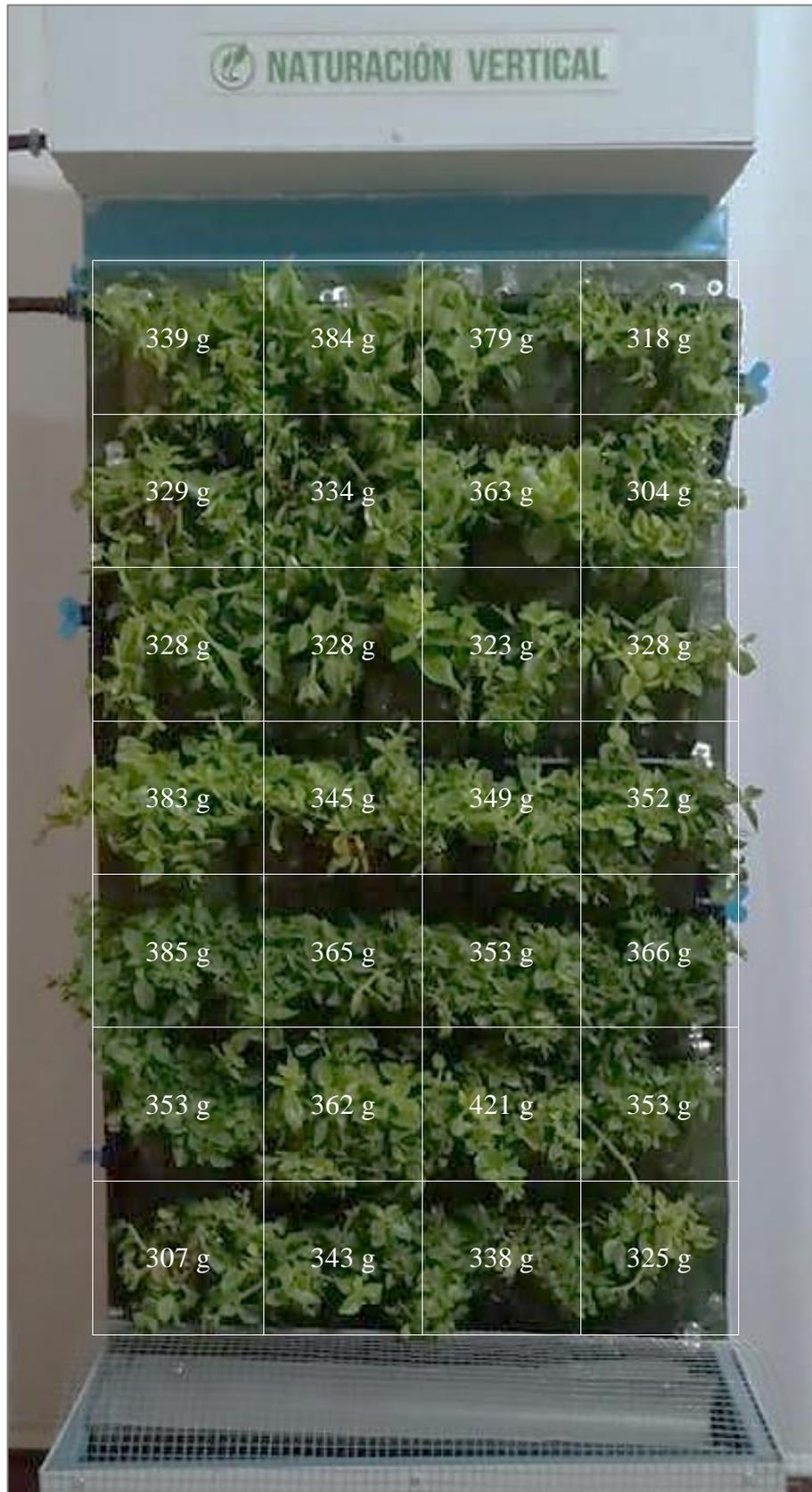


Figura 43. Pesos de bolsillos del jardín vertical piloto (sustrato y especie vegetal).
Fuente: Elaboración propia.

3.7.2.2.8 Recubrimiento

Para el recubrimiento se empleó el material MDF, el cual fue cortado a medida, pintado y empernado en la estructura *metálica*. En efecto, tal como se observa en la Figura 44, el presente componente tuvo la finalidad de encajonar el tanque de almacenamiento y los colectores de agua de drenaje, protegiendo los extremos de la estructura *metálica* y, a su vez, logrando una estética presentación del jardín vertical piloto.



Figura 44. Recubrimiento del jardín vertical piloto.
Fuente: Elaboración propia.

3.7.3 Cuantificación de la capacidad de retención de PAS

El análisis de las muestras vegetales fue realizado minuciosamente en laboratorio, cuyos datos obtenidos (masas de PAS) conjuntamente con las superficies foliares calculadas en las hojas milimetradas, fueron procesados debidamente para la obtención de las capacidades de retención de PAS de cada hoja muestreada. Así mismo, a los valores obtenidos del procesamiento se les aplicó la prueba Q-Dixon, con la finalidad de eliminar los datos sospechosos o atípicos; para finalmente con los datos restantes estimar las capacidades de retención promedio de los meses de experimentación y la capacidad de retención de PAS promedio final de la *Aptenia cordifolia*.

3.7.3.1 Cálculo de masa de PAS

Tal como se indicó en el Ítem 3.6.3 Etapa 3. Cuantificación de la capacidad de retención de PAS, los análisis de las muestras se desarrollaron mensualmente en el laboratorio del “Medio Ambiente y Geografía” de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, utilizando como método de referencia a los “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (Métodos estándares para la examinación de aguas y aguas residuales).

De esta manera, siguiendo el procedimiento establecido, tal como se observa en el Anexo 8, se realizó el cálculo de los sólidos totales procedentes de las hojas de *Aptenia cordifolia*, obteniéndose la masa inicial (sin PAS) y la masa final (con PAS) de cada cápsula analizada, cuya diferencia dio como resultado la masa de polvo atmosférico sedimentado en cada hoja muestreada.

En la Tabla 23 se muestran los resultados del primer análisis de laboratorio, en el cual se examinaron las hojas muestreadas el 10 de julio del 2019, obteniendo las masas de PAS sedimentado en ellas durante el primer mes de experimentación (mes 1).

Tabla 23

Masas de PAS de hojas muestreadas (mes 1)

Nº	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Masa de PAS (g)	Masa de PAS (mg)
1	40,5386	40,5402	0,0016	1,60
2	46,8826	46,8846	0,0020	2,00
3	21,2179	21,2216	0,0037	3,70
4	34,5863	34,5873	0,0010	1,00
5	36,6996	36,7000	0,0004	0,40
6	40,9271	40,9278	0,0007	0,70
7	39,8802	39,8821	0,0019	1,90
8	21,2200	21,2206	0,0006	0,60
9	21,1341	21,1362	0,0021	2,10
10	38,6461	38,6490	0,0029	2,90
11	41,6200	41,6205	0,0005	0,50
12	34,6903	34,6916	0,0013	1,30
13	37,8700	37,8725	0,0025	2,50
14	40,0764	40,0783	0,0019	1,90
15	41,3363	41,3379	0,0016	1,60
16	22,2778	22,2804	0,0026	2,60
17	39,5551	39,5574	0,0023	2,30

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 24 se presentan los resultados del segundo análisis de laboratorio, en el cual se examinaron las hojas muestreadas el 10 de agosto del 2019, obteniendo las masas de PAS sedimentado en ellas en el segundo mes de experimentación (mes 2).

Tabla 24

Masa de PAS de hojas muestreadas (mes 2)

Nº	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Masa de PAS (g)	Masa de PAS (mg)
1	38,8492	38,8546	0,0054	5,40
2	46,8813	46,8846	0,0033	3,30
3	39,3213	39,3249	0,0036	3,60
4	37,3844	37,3870	0,0026	2,60
5	37,8679	37,8712	0,0033	3,30
6	21,2200	21,2282	0,0082	8,20
7	21,1351	21,1384	0,0033	3,30
8	38,6466	38,6495	0,0029	2,90
9	41,6174	41,6213	0,0039	3,90
10	34,2275	34,2304	0,0029	2,90
11	40,0733	40,0767	0,0034	3,40
12	37,8670	37,8709	0,0039	3,90
13	34,2271	34,2309	0,0038	3,80
14	41,8459	41,8519	0,0060	6,00
15	40,5385	40,5416	0,0031	3,10
16	38,6457	38,6506	0,0049	4,90
17	40,0748	40,0787	0,0039	3,90

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 25 se observan los resultados del tercer análisis de laboratorio, en el que se examinaron las hojas muestreadas el 10 de setiembre del 2019, obteniendo las masas de PAS sedimentado en ellas durante el tercer mes de experimentación (mes 3).

Tabla 25

Masa de PAS de hojas muestreadas (mes 3)

Nº	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Masa de PAS (g)	Masa de PAS (mg)
1	34,6952	34,7019	0,0067	6,70
2	37,8682	37,8708	0,0026	2,60
3	37,3842	37,3917	0,0075	7,50
4	40,5439	40,5475	0,0036	3,60
5	34,2291	34,2345	0,0054	5,40
6	40,9278	40,9318	0,004	4,00
7	38,8486	38,8526	0,004	4,00
8	41,8494	41,8558	0,0064	6,40
9	21,2217	21,2261	0,0044	4,40
10	39,7318	39,7343	0,0025	2,50
11	22,2728	22,2803	0,0075	7,50
12	46,8802	46,8879	0,0077	7,70
13	34,6943	34,6966	0,0023	2,30
14	37,8666	37,8689	0,0023	2,30
15	40,542	40,5461	0,0041	4,10
16	34,2286	34,232	0,0034	3,40
17	40,9267	40,9327	0,006	6,00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26 se aprecian los resultados del cuarto y último análisis, para el cual se examinaron las hojas muestreadas el 10 de octubre del 2019, obteniendo las masas de PAS sedimentado en ellas durante el cuarto mes de experimentación (mes 4).

Tabla 26

Masa de PAS de las hojas muestreadas (mes 4)

Nº	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Masa de PAS (g)	Masa de PAS (mg)
1	39,3226	39,3312	0,0086	8,60
2	46,8708	46,8759	0,0051	5,10
3	41,6144	41,619	0,0046	4,60
4	41,8479	41,855	0,0071	7,10
5	34,2276	34,2336	0,006	6,00
6	38,8419	38,8476	0,0057	5,70
7	40,0792	40,0885	0,0093	9,30
8	37,3795	37,3856	0,0061	6,10
9	34,6934	34,7011	0,0077	7,70
10	39,5696	39,5784	0,0088	8,80
11	37,8619	37,866	0,0041	4,10
12	34,595	34,6033	0,0083	8,30
13	40,9254	40,9316	0,0062	6,20
14	41,3431	41,3505	0,0074	7,40
15	38,6482	38,6633	0,0151	15,10
16	40,541	40,5571	0,0161	16,10
17	41,6152	41,6209	0,0057	5,70

Fuente: Elaboración propia.

3.7.3.2 Cálculo de superficie foliar

Las superficies foliares se calcularon en hojas milimetradas realizando el conteo de cuadrados, tal como se observa en el Anexo 9. En efecto, en la Tabla 27 se presentan las superficies foliares correspondientes a las hojas muestreadas el 10 de julio del 2019, es decir, las hojas del primer mes de experimentación (mes 1).

Tabla 27

Superficies foliares de hojas muestreadas (mes 1)

Nº	Superficie foliar (mm ²)	Superficie foliar (cm ²)
1	503	5,03
2	326	3,26
3	356	3,56
4	591	5,91
5	441	4,41
6	623	6,23
7	568	5,68
8	400	4,00
9	520	5,20
10	561	5,61
11	545	5,45
12	370	3,70
13	493	4,93
14	626	6,26
15	496	4,96
16	674	6,74
17	670	6,70

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 28 se presentan las superficies foliares correspondientes a las hojas muestreadas el 10 de agosto del 2019. es decir, las hojas del segundo mes de experimentación (mes 2).

Tabla 28

Superficies foliares de hojas muestreadas (mes 2)

Nº	Superficie foliar (mm ²)	Superficie foliar (cm ²)
1	401	4,01
2	549	5,49
3	601	6,01
4	544	5,44
5	546	5,46
6	394	3,94
7	426	4,26
8	733	7,33
9	454	4,54
10	463	4,63
11	487	4,87
12	677	6,77
13	435	4,35
14	481	4,81
15	607	6,07
16	757	7,57
17	526	5,26

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 29 se presentan las superficies foliares correspondientes a las hojas muestreadas el 10 de setiembre del 2019, es decir, las hojas del tercer mes de experimentación (mes 3).

Tabla 29

Superficies foliares de hojas muestreadas (mes 3)

Nº	Superficie foliar (mm ²)	Superficie foliar (cm ²)
1	470	4,70
2	356	3,56
3	496	4,96
4	406	4,06
5	306	3,06
6	466	4,66
7	645	6,45
8	423	4,23
9	436	4,36
10	443	4,43
11	599	5,99
12	326	3,26
13	495	4,95
14	505	5,05
15	497	4,97
16	464	4,64
17	739	7,39

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 30 se presentan las superficies foliares correspondientes a las hojas muestreadas el 10 de octubre del 2019, es decir, las hojas del cuarto y último mes de experimentación (mes 4).

Tabla 30

Superficies foliares de hojas muestreadas (mes 4)

Nº	Superficie foliar (mm ²)	Superficie foliar (cm ²)
1	482	4,82
2	454	4,54
3	493	4,93
4	679	6,79
5	392	3,92
6	529	5,29
7	487	4,87
8	639	6,39
9	398	3,98
10	421	4,21
11	384	3,84
12	419	4,19
13	485	4,85
14	507	5,07
15	604	6,04
16	574	5,74
17	665	6,65

Fuente: Elaboración propia.

3.7.3.3 Determinación de la capacidad de retención PAS

3.7.3.3.1 Cálculo preliminar de la capacidad de retención de PAS

Tal como se señaló en el Ítem 3.6.3 Etapa 3. Cuantificación de la capacidad de retención de PAS, esta última se calculó dividiendo las masas de PAS obtenidas de las hojas muestreadas (mensualmente) entre sus respectivas superficies foliares, datos que fueron presentados anteriormente en los Ítems 3.7.3.1 Cálculo de masa de PAS y 3.7.3.2 Cálculo de la superficie foliar, respectivamente.

En la Tabla 31 se muestran las capacidades de retención de PAS de las hojas muestreadas el 10 de julio del 2019, es decir, las hojas del primer mes de experimentación (mes 1).

Tabla 31

Capacidades preliminares de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 1)

Nº	Masa de PAS (mg)	Superficie foliar (cm ²)	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ² /mes)
1	1,60	5,03	0,3181
2	2,00	3,26	0,6135
3	3,70	3,56	1,0393
4	1,00	5,91	0,1692
5	0,40	4,41	0,0907
6	0,70	6,23	0,1124
7	1,90	5,68	0,3345
8	0,60	4,00	0,1500
9	2,10	5,20	0,4038
10	2,90	5,61	0,5169
11	0,50	5,45	0,0917
12	1,30	3,70	0,3514
13	2,50	4,93	0,5071
14	1,90	6,26	0,3035
15	1,60	4,96	0,3226
16	2,60	6,74	0,3858
17	2,30	6,70	0,3433
PROMEDIO			0,3561

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 32 se presentan las capacidades de retención de PAS de las hojas muestreadas el 10 de agosto del 2019, es decir, las hojas del segundo mes de experimentación (mes 2).

Tabla 32

Capacidades preliminares de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 2)

Nº	Masa de PAS (mg)	Superficie foliar (cm ²)	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ² /mes)
1	5,40	4,01	1,3466
2	3,30	5,49	0,6011
3	3,60	6,01	0,5990
4	2,60	5,44	0,4779
5	3,30	5,46	0,6044
6	8,20	3,94	2,0812
7	3,30	4,26	0,7746
8	2,90	7,33	0,3956
9	3,90	4,54	0,8590
10	2,90	4,63	0,6263
11	3,40	4,87	0,6982
12	3,90	6,77	0,5761
13	3,80	4,35	0,8736
14	6,00	4,81	1,2474
15	3,10	6,07	0,5107
16	4,90	7,57	0,6473
17	3,90	5,26	0,7414
PROMEDIO			0,8036

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 33 se observan las capacidades de retención de PAS de las hojas muestreadas el 10 de setiembre del 2019, es decir, las hojas del tercer mes de experimentación (mes 3).

Tabla 33

Capacidades preliminares de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 3)

Nº	Masa de PAS (mg)	Superficie foliar (cm ²)	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ² /mes)
1	6,70	4,70	1,4255
2	2,60	3,56	0,7303
3	7,50	4,96	1,5121
4	3,60	4,06	0,8867
5	5,40	3,06	1,7647
6	4,00	4,66	0,8584
7	4,00	6,45	0,6202
8	6,40	4,23	1,5130
9	4,40	4,36	1,0092
10	2,50	4,43	0,5643
11	7,50	5,99	1,2521
12	7,70	3,26	2,3620
13	2,30	4,95	0,4646
14	2,30	5,05	0,4554
15	4,10	4,97	0,8249
16	3,40	4,64	0,7328
17	6,00	7,39	0,8119
PROMEDIO			1,0464

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 34 se exhiben las capacidades de retención de PAS de las hojas muestreadas el 10 de octubre del 2019, es decir, las hojas del cuarto y último mes de experimentación (mes 4).

Tabla 34

Capacidades preliminares de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 4)

Nº	Masa de PAS (mg)	Superficie foliar (cm ²)	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ² /mes)
1	8,60	4,82	1,7842
2	5,10	4,54	1,1233
3	4,60	4,93	0,9331
4	7,10	6,79	1,0457
5	6,00	3,92	1,5306
6	5,70	5,29	1,0775
7	9,30	4,87	1,9097
8	6,10	6,39	0,9546
9	7,70	3,98	1,9347
10	8,80	4,21	2,0903
11	4,10	3,84	1,0677
12	8,30	4,19	1,9809
13	6,20	4,85	1,2784
14	7,40	5,07	1,4596
15	15,10	6,04	2,5000
16	16,10	5,74	2,8049
17	5,70	6,65	0,8571
PROMEDIO			1,5490

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 35 se muestra las capacidades de retención de PAS de los meses de experimentación, calculadas preliminarmente.

Tabla 35

Capacidades de retención de PAS de meses de experimentación (preliminares)

Mes de experimentación	Capacidad de retención de PAS promedio (mg/cm ² /mes)
Mes 1 (10/06/19-09/07/19)	0,3561
Mes 2 (10/07/19-09/08/19)	0,8036
Mes 3 (10/08/19-09/09/19)	1,0464
Mes 4 (10/09/19-09/10/19)	1,5490
PROMEDIO	0,9387

Fuente: Elaboración propia.

3.7.3.3.2 *Análisis estadístico*

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos (capacidades de retención de PAS de las hojas por mes de experimentación) se aplicó la prueba Q-Dixon con la finalidad de eliminar los datos sospechosos o atípicos y, por ende, asegurar la representatividad de los valores promedio mensuales a obtener.

Para ello, se utilizó la tabla de valores críticos, mostrada en el Anexo 10, según la cual considerando el número de observaciones (n=17) y el grado de confianza (95%), se obtuvo el $Q_{CRÍTICO}$ (0,3208). A continuación, se ordenaron los datos ascendentemente para proceder al cálculo de los $Q_{EXPERIMENTAL}$ correspondientes, y así compararlos con el $Q_{CRÍTICO}$ calculado previamente, descartándose los datos cuyos $Q_{EXPERIMENTAL}$ fueron mayores al $Q_{CRÍTICO}$.

En consecuencia, en la Tabla 36 se muestran las capacidades de retención de PAS de las hojas muestreadas en el primer mes de experimentación (mes 1), ordenadas de ascendente, y con sus respectivos valores $Q_{EXPERIMENTAL}$.

Tabla 36

Q exp. de capacidades de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 1)

Nº	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ² /mes)	Q experimental
4	0,1692	0,1149
5	0,2692	0,0395
14	0,3035	0,0395
1	0,3181	0,0052
15	0,3226	0,0052
7	0,3345	0,0101
17	0,3433	0,0093
12	0,3514	0,0093
6	0,3704	0,0177
16	0,3858	0,0208
9	0,4038	0,0208
8	0,4121	0,0095
11	0,4894	0,0204
13	0,5071	0,0113
10	0,5169	0,0113
2	0,6135	0,1110
3	1,0393	0,4894

Fuente: Elaboración propia.

Se identificó una observación sospechosa, la muestra N° 3, la cual presentó una capacidad de retención de 1,0393 mg PAS/cm²/mes, con $Q_{EXPERIMENTAL}$ (0,4894) mayor al $Q_{CRÍTICO}$ (0,3208); por lo que este dato no fue tomado en consideración para la obtención de la capacidad promedio.

En la Tabla 37 se presentan las capacidades de retención de PAS de las hojas muestreadas en el segundo mes de experimentación (mes 2), ordenadas de manera ascendente, y con sus respectivos valores de $Q_{EXPERIMENTAL}$.

Tabla 37

Q exp. de capacidades de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 2)

Nº	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ² /mes)	Q experimental
8	0,3956	0,0488
4	0,4779	0,0194
15	0,5107	0,0194
12	0,5761	0,0136
3	0,5990	0,0012
2	0,6011	0,0012
5	0,6044	0,0020
10	0,6263	0,0124
16	0,6473	0,0124
11	0,6982	0,0257
17	0,7414	0,0197
7	0,7746	0,0197
9	0,8590	0,0086
13	0,8736	0,0086
14	1,2474	0,0589
1	1,3466	0,0589
6	2,0812	0,4358

Fuente: Elaboración propia.

Se identificó una observación sospechosa, la muestra N° 6, con una capacidad de retención de 2,0812 mg PAS/cm²/mes, con $Q_{EXPERIMENTAL}$ (0,4358) mayor al $Q_{CRÍTICO}$ (0,3208); por lo cual también, este dato fue descartado para el análisis posterior.

En la Tabla 38 se presentan las capacidades de retención de PAS de las hojas muestreadas en el tercer mes de experimentación (mes 3), ordenadas de manera ascendente, y con sus respectivos valores de $Q_{EXPERIMENTAL}$.

Tabla 38

Q exp. de capacidades de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 3)

Nº	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ²)	Q experimental
14	0,4554	0,0048
13	0,4646	0,0048
10	0,5643	0,0293
7	0,6202	0,0293
2	0,7303	0,0013
16	0,7328	0,0013
17	0,8119	0,0068
15	0,8249	0,0068
6	0,8584	0,0149
4	0,8867	0,0149
9	1,0092	0,0642
11	1,2521	0,0910
1	1,4255	0,0454
3	1,5121	0,0005
8	1,5130	0,0005
5	1,7647	0,1320
12	2,3620	0,3133

Fuente: Elaboración propia.

Se identificó una observación sospechosa, la muestra N° 12, con una capacidad de retención de 2,3620 mg PAS/cm² foliar/mes, con $Q_{EXPERIMENTAL}$ (0,3133) menor al $Q_{CRÍTICO}$ (0,3208); por lo tanto, este dato no fue descartado y fue tomado en consideración para el siguiente análisis.

Por último, en la Tabla 39 se presentan las capacidades de retención de PAS de las hojas muestreadas en el cuarto y último mes de experimentación (mes 4), ordenadas de manera ascendente, y con sus respectivos valores de $Q_{EXPERIMENTAL}$.

Tabla 39

Q exp. de capacidades de retención de PAS de hojas muestreadas (mes 4)

Nº	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ² /mes)	Q experimental
17	0,8571	0,0390
3	0,9331	0,0111
8	0,9546	0,0111
4	1,0457	0,0113
11	1,0677	0,0050
6	1,0775	0,0050
2	1,1233	0,0235
13	1,2784	0,0796
14	1,4596	0,0365
5	1,5306	0,0365
1	1,7842	0,0644
7	1,9097	0,0128
9	1,9347	0,0128
12	1,9809	0,0237
10	2,0903	0,0561
15	2,5000	0,1565
16	2,8049	0,1565

Fuente: Elaboración propia.

Se identificaron dos observaciones sospechosas, las muestras N° 15 y N° 16, las que presentaron capacidades de retención de 2,5000 y 2,8049 mg PAS/cm² foliar/30 mes respectivamente, ambas con un $Q_{EXPERIMENTAL}$ (0,1565) menor al $Q_{CRÍTICO}$ (0,3208); razón por la cual estos datos fueron incluidos en el cálculo posterior.

3.7.4 Estimación de la capacidad de retención de PAS del jardín vertical piloto

Para la estimación de la masa de PAS a retener por la cubierta vegetal del jardín vertical piloto, inicialmente se calculó la superficie foliar promedio de las hojas muestreadas durante los 4 meses de experimentación; obteniéndose un valor de 5,08 cm², tal como se señala en la Tabla 40.

Tabla 40

Superficie foliar promedio (cm²)

Muestra N° (hoja)	Superficies foliares (cm ²)			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1	5,03	4,01	4,70	4,82
2	3,26	5,49	3,56	4,54
3	3,56	6,01	4,96	4,93
4	5,91	5,44	4,06	6,79
5	4,41	5,46	3,06	3,92
6	6,23	3,94	4,66	5,29
7	5,68	4,26	6,45	4,87
8	4,00	7,33	4,23	6,39
9	5,20	4,54	4,36	3,98
10	5,61	4,63	4,43	4,21
11	5,45	4,87	5,99	3,84
12	3,70	6,77	3,26	4,19
13	4,93	4,35	4,95	4,85
14	6,26	4,81	5,05	5,07
15	4,96	6,07	4,97	6,04
16	6,74	7,57	4,64	5,74
17	6,70	5,26	7,39	6,65
Promedio	5,15	5,34	4,75	5,07
Superficie foliar promedio =		5,08 cm²		

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se utilizó el método del cuarteo para estimar la cantidad de hojas presentes en el jardín vertical piloto, dividiendo el área de la cubierta vegetal (7150 cm²) en 4 partes del mismo tamaño (1787,5 cm²), para luego seleccionar uno de los cuartos y realizar el conteo de las hojas (con superficies foliares aprox. mayores a 3 cm²). De esta manera, se contabilizaron 286 hojas; por lo que, se estimó que la cubierta vegetal contó con un total de 1144 hojas.

Así que, con la superficie foliar promedio y el número total de hojas, se calculó la superficie foliar total del jardín vertical piloto; para luego, conociendo esta última y la capacidad de retención de PAS promedio final (0,9253 mg/cm²/mes), estimar la masa de PAS que retendrá la cubierta vegetal en un mes de exposición; la cual se estimó en 5,38 g, tal como se muestra en la Tabla 41.

Tabla 41

Estimación de masa de PAS que retendrá la cubierta vegetal.

Nº total de hojas	Superficie foliar promedio (cm²)	Superficie foliar total (cm²)	Capacidad de retención de PAS (mg/cm²/mes)	Masa de PAS que retendrá (mg)	Masa de PAS que retendrá (g)
1144	5,08	5811,52	0,9253	5377,40	5,38

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la cubierta vegetal del jardín vertical piloto retendrá 5377,40 mg (5,38 g) de PAS en un mes; por lo que se infiere que 1 m² de cubierta vegetal, retendrá 7,52 g en un mes, tal como se muestra en la Tabla 42. En consecuencia, la capacidad de retención de PAS de la cubierta vegetal del jardín vertical piloto se estimó en 7,52 g/m²/mes.

Tabla 42

Masa de PAS a retener por 1 m² de cubiertas vegetales

Cubierta vegetal (cm²)	Cubierta vegetal (m²)	Masa de PAS retenida (g)
7150	0,715	5,38
10000	1,000	7,52

Fuente: Elaboración propia.

3.8 Consideraciones éticas

Tal como se indicó anteriormente, la toma muestral fue realizada mensualmente con sumo cuidado para no alterar la representatividad de los datos; así como también, el análisis de ellas en el laboratorio fue efectuado minuciosamente por el investigador, bajo la supervisión del jefe encargado.

Por otro lado, cabe mencionar que la información secundaria fue citada debidamente, respetando los derechos de autor de las investigaciones consideradas, bajo la aplicación de las Normas APA vigentes.

IV. Resultados

4.1 Resultados de las condiciones meteorológicas

De acuerdo al análisis de los datos meteorológicos de la zona de instalación del jardín vertical piloto, se obtuvieron los siguientes resultados durante el período de experimentación:

4.1.1 Temperatura

En relación a los datos de temperatura registrados, se observó que el mes de experimentación con mayor temperatura promedio fue el mes 4 (17,5 °C); mientras que el mes con la menor temperatura promedio fue el mes 2 (15,8 °C), tal como se muestra en la Tabla 43.

Tabla 43

Temperaturas registradas en la zona de experimentación

Temperatura (°C)			
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
16,9	15,8	16,3	17,5

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la Figura 45 se muestra el comportamiento de las temperaturas y las capacidades de retención de PAS, donde se evidenció que la especie evaluada presentó una mayor capacidad de retención en el mes 4 (10/09/19 al 09/10/19) a una temperatura de 17,5 °C (la mayor temperatura registrada) y; una menor capacidad en el mes 2 (10/07/19 al 09/08/19) a 15,8 °C (la temperatura más baja registrada). Así mismo, a partir del mes 2 se observó que se incrementó la temperatura tanto como la capacidad de retención de PAS.

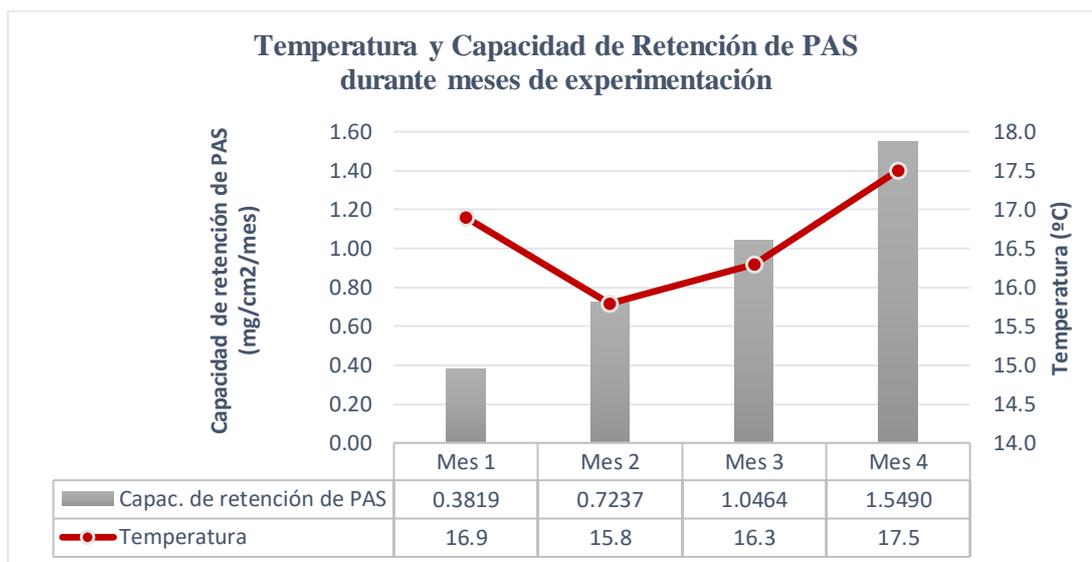


Figura 45. Temperatura y capacidad de retención de PAS.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Humedad relativa

Respecto a los datos de humedad relativa analizados, se observó que el mes 1 fue el que presentó la mayor humedad relativa con 89,1 %; mientras que el mes 4 fue el que presentó la menor humedad relativa con 83,9 %, tal como se muestra en la Tabla 44.

Tabla 44

Humedades relativas promedio en la zona de experimentación

Humedad Relativa (%)			
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
89,1	88,9	86,8	83,9

Fuente: Elaboración propia.

Al mismo tiempo, en la Figura 46 se muestra el comportamiento de la capacidad de retención de PAS en relación a la humedad relativa promedio, observando que la especie evaluada presentó una mayor capacidad de retención en el mes 4 con una humedad relativa de 83,9 % (la menor humedad relativa promedio) y; una menor

capacidad en el mes 1 con 89,1 % (la mayor humedad relativa promedio). A la vez, se evidenció que durante el período de experimentación la humedad relativa y la capacidad de retención de PAS presentaron un comportamiento inverso, es decir, mientras que la humedad relativa descendía, la capacidad de retención incrementaba.

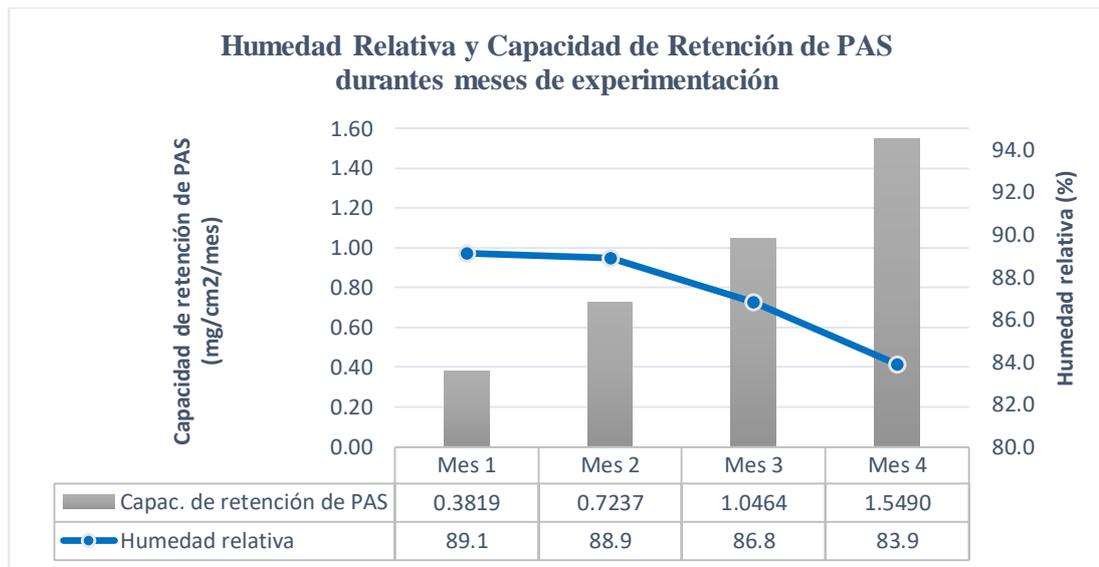


Figura 46. Influencia de la humedad relativa en la capacidad de retención de PAS.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Precipitación

En cuanto a los registros de precipitación, se observó que los meses con mayor y menor precipitación fueron el mes 2 y el mes 4, presentando 3,6 y 2,6 mm respectivamente, tal como se aprecia en la Tabla 45.

Tabla 45

Precipitaciones en la zona de experimentación

Precipitación (mm)			
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
3,4	3,6	2,9	2,6

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la Figura 47 se observa el comportamiento de la precipitación en relación al de la capacidad de retención de PAS, observándose que la especie estudiada presentó una mayor capacidad en el mes 4 cuando la precipitación fue 2,6 mm (la menor registrada), mientras que en el mes 1 se presentó la menor capacidad de retención cuando la precipitación fue 3,4 mm (la segunda mayor registrada). Así mismo, a partir del mes 2 la precipitación empezó a descender hasta el mes 4, mientras que la capacidad aumentaba.

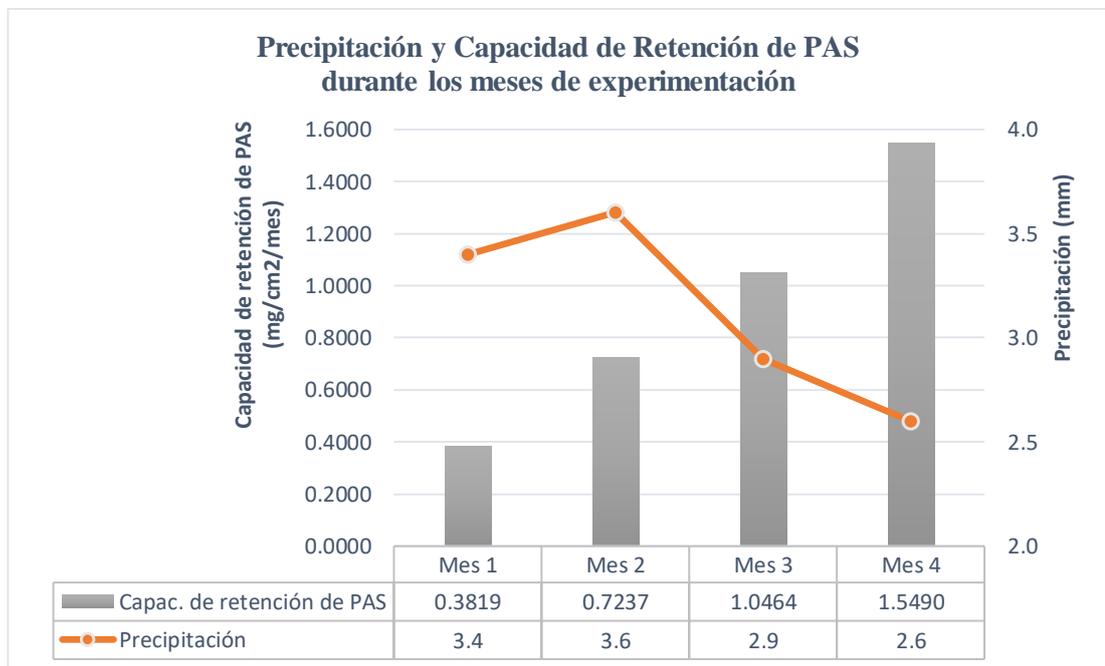


Figura 47. Influencia de la precipitación en la capacidad de retención de PAS.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Velocidad del viento

En lo concerniente a la velocidad del viento, se observó que el mes 4 presentó la mayor velocidad del viento promedio con 2,37 m/s, en tanto que el mes 1 presentó la menor velocidad del viento promedio con 1,87 m/s, tal como se muestra en la Tabla 46.

Tabla 46

Velocidades del viento promedio en zona de experimentación

Velocidad del viento (m/s)			
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1,87	1,97	2,21	2,37

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en la Figura 48 se observa que la mayor capacidad de retención de PAS se presenta en el mes 4 con una velocidad del viento promedio de 2,37 m/s (la mayor velocidad del viento promedio), mientras que la menor capacidad se dio en el mes 1 con una velocidad del viento de 1,87 m/s (la menor velocidad del viento). Al mismo tiempo, se evidenció un comportamiento similar entre la velocidad del viento y la capacidad de retención, ya que ambas fueron incrementándose durante el período de experimentación.

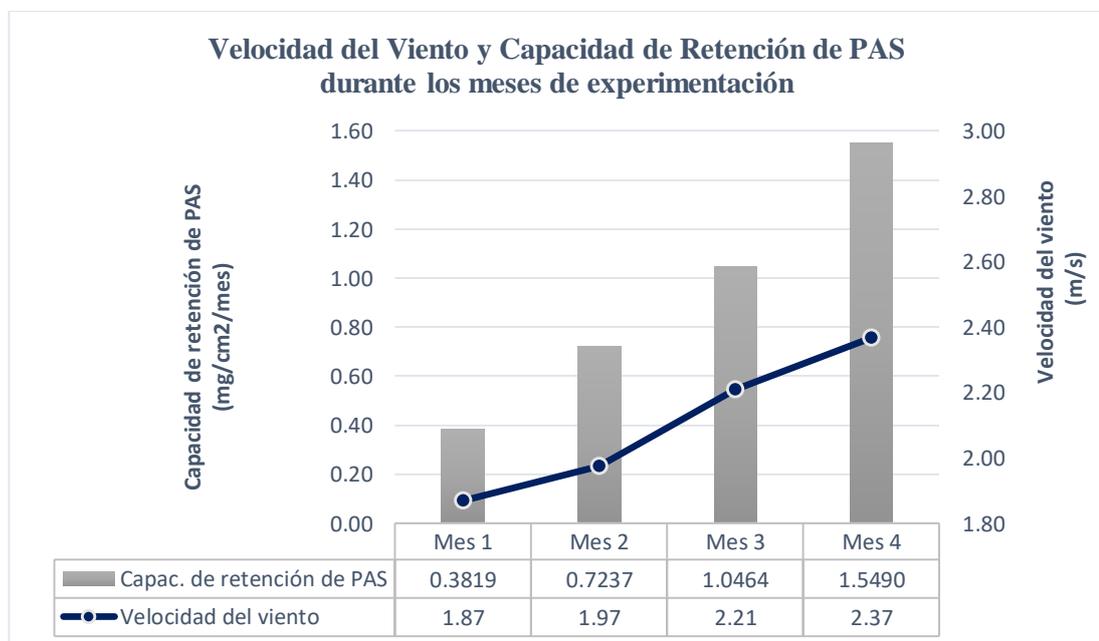


Figura 48. Influencia de la velocidad del viento en la capacidad de retención de PAS.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Dirección del viento

Finalmente, respecto a la dirección predominante del viento, se observó que en el mes 1 y 3 esta fue la Suroeste (SO), mientras que en los meses 2 y 4, la Sur Suroeste (SSO), tal como se indica en la Tabla 47.

Tabla 47

Dirección del viento predominante en zona de experimentación

Dirección del viento (°)			
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
SO	SSO	SO	SSO

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, en la Figura 49 se muestra que, durante el período de experimentación, la dirección predominante del viento fue la Sur Suroeste (SSO), y la Suroeste (SO), con una concurrencia aprox. del 43,3 % y 41 % respectivamente, lo cual significó que los vientos soplaron hacia el Noreste (NE) y Nor Noreste (NNE).

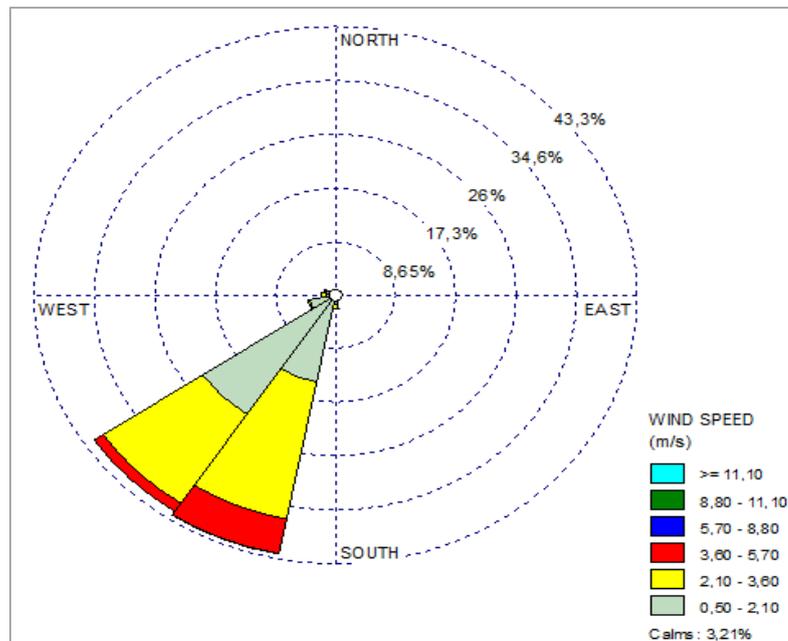


Figura 49. Rosa de vientos del período de experimentación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Resultados del diseño y desarrollo del jardín vertical piloto

El jardín vertical piloto se diseñó tal como se aprecia en el Anexo 5 y se construyó tal como se especifica en el Ítem 3.6.2, instalándose el 10 de junio del 2019 en el mirador perteneciente a la infraestructura de la Consultora de Investigación Ambiental ENVIRO EVOLUTION E.I.R.L., tal como se observa en la Figura 50.

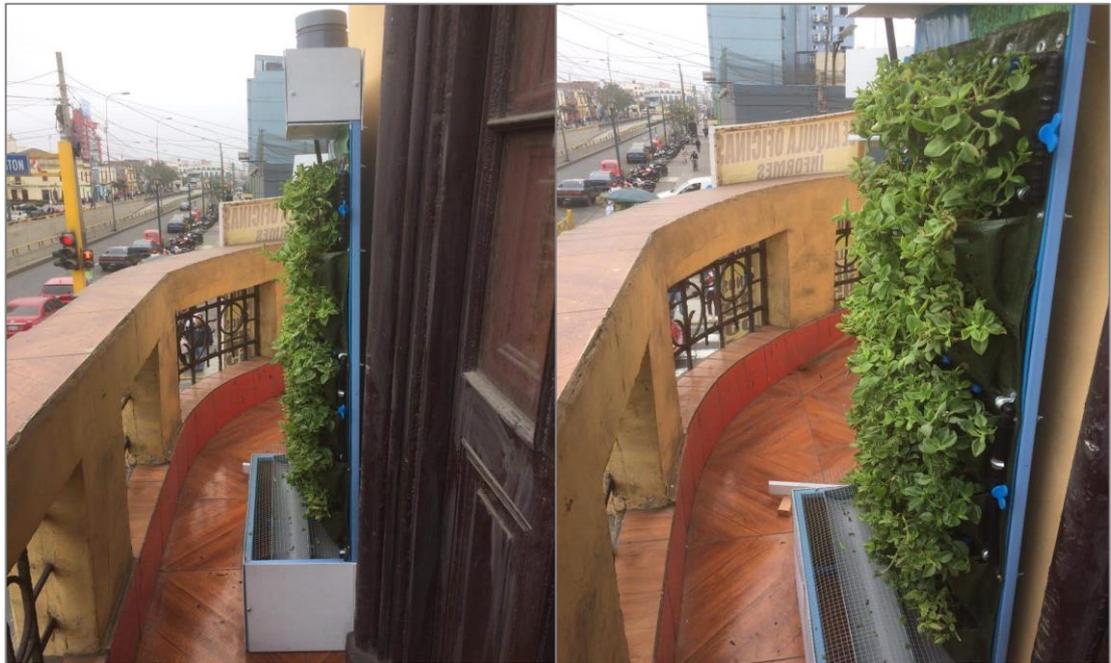


Figura 50. Instalación del jardín vertical piloto (10/06/19).

Fuente: Elaboración propia.

De modo que, tal como se evidencia en las Figuras 51 y 52, la especie *Aptenia cordifolia* se desarrolló óptimamente en el jardín vertical piloto durante el período de experimentación (10/06/19 al 09/10/19). Es decir, logró adaptarse a las condiciones del medio presentes, tales como el espacio de crecimiento radicular proporcionado por los bolsillos de las mantas verticales, el sustrato ligero utilizado compuesto por tierra negra y musgo seco, el riego semanal suministrado (6 litros/semana en promedio) y, las condiciones meteorológicas.



Figura 51. Jardín vertical piloto en el primer y segundo mes de experimentación.

Fuente: Elaboración propia.

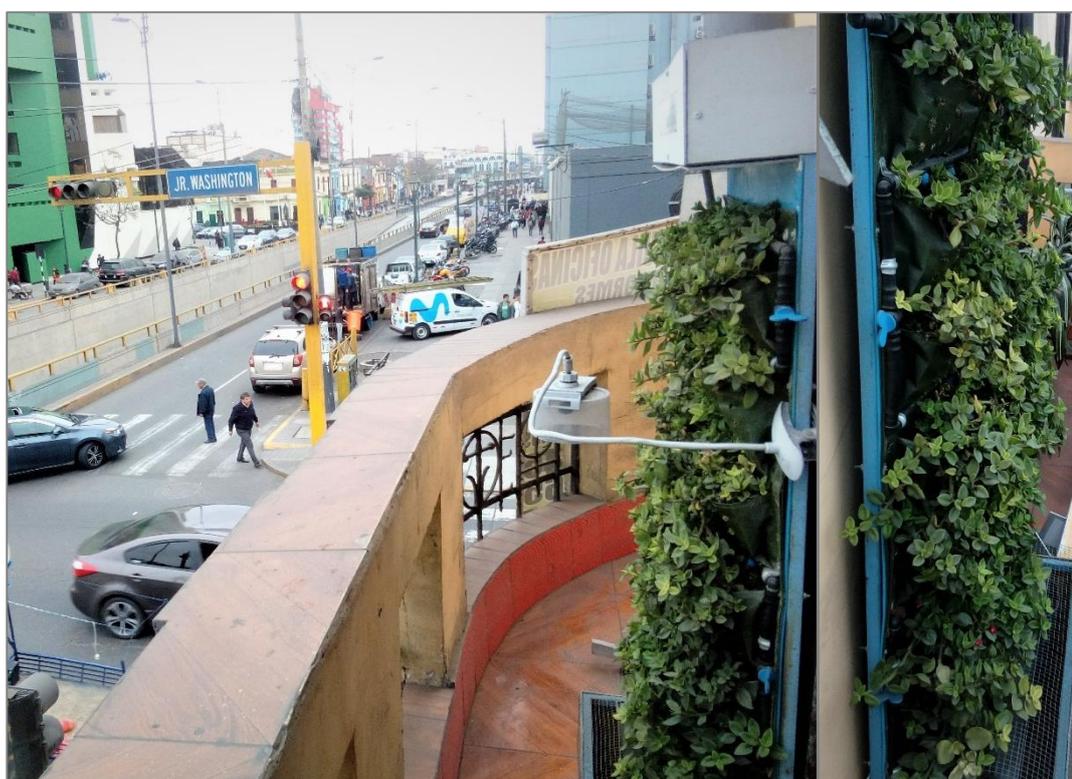


Figura 52. Jardín vertical piloto en el tercer y cuarto mes de experimentación.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Resultados de la capacidad de retención de PAS

Posterior al análisis estadístico realizado en el Ítem 3.7.3.3.2, se efectuó el cálculo final de las capacidades de retención de polvo atmosférico sedimentable (PAS), excluyendo los datos con observaciones sospechosas. En consecuencia, en la Tabla 48 se presentan las capacidades de retención de PAS de los meses de experimentación; de las cuales se obtuvo la capacidad de retención de PAS promedio de la *Aptenia cordifolia*, la cual ascendió a 0,9253 mg/cm²/mes.

Tabla 48

Capacidades de retención de PAS de los meses de experimentación

Mes de experimentación	Capacidad de retención de PAS (mg/cm ² /mes)
Mes 1 (10/06/19-09/07/19)	0,3819
Mes 2 (10/07/19-09/08/19)	0,7237
Mes 3 (10/08/19-09/09/19)	1,0464
Mes 4 (10/09/19-09/10/19)	1,5490
PROMEDIO	0,9253

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, en la Figura 53 se observa que la capacidad de retención de PAS fue incrementándose a lo largo del período de experimentación, siendo así que, del mes 1 al mes 2 aumentó en 0,3418 mg/cm²/30 días; mientras que del mes 2 al mes 3, en 0,3227 mg/cm²/mes; y finalmente del mes 3 al mes 4, en 0,5026 mg/cm²/mes.

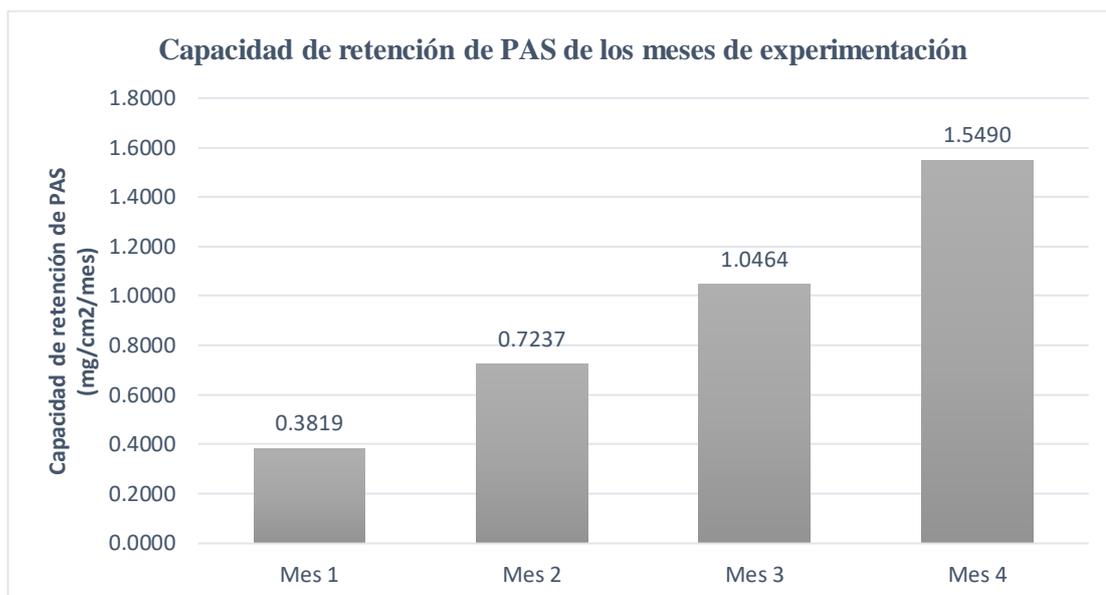


Figura 53. Capacidades de retención de PAS de los meses de experimentación.

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Resultados de la propuesta de instalación de jardines verticales

Con la finalidad de contribuir a la mejora de la calidad del aire a través de la captura de polvo atmosférico sedimentable, al aumento de áreas verdes y; por ende, a la mejora de la calidad de vida de la población del distrito de Lima; se presenta la propuesta de instalación de **100 000 m²** (0,1 km²) de jardines verticales con *Aptenia cordifolia* en las edificaciones cercanas a las vías principales, con alto tránsito peatonal y vehicular, y con escasa o nula presencia de áreas verdes.

Así mismo, se debe tener en consideración que, para el desarrollo de la investigación se diseñó e implementó un jardín vertical “piloto”, razón por la cual se utilizó una estructura metálica como soporte, con la finalidad de simular la fachada de una edificación. En la presente propuesta se plantea la instalación de jardines verticales en las paredes de dichas edificaciones, las cuales serán el soporte de dichas cubiertas vegetales, siendo así necesario una previa evaluación estructural.

4.4.1 Retención o captura de PAS del ambiente

Considerando la capacidad de retención de PAS de la cubierta vegetal del jardín vertical piloto instalado (7,52 g/m²/mes), calculada en el Ítem 3.7.4, se procedió a la estimación de la masa de PAS a capturar con los 100 000 m² de jardines verticales propuestos, tal como se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49

Estimación de masa de PAS a retener por 100 000 m² de jardines verticales

Cubierta vegetal (m ²)	Cubierta vegetal (km ²)	Masa de PAS retenida (kg)	Masa de PAS retenida (t)
1.000	0,001	7,52	0,01
10.000	0,010	75,20	0,08
100.000	0,100	752,00	0,75

Fuente: Elaboración propia.

En efecto, de acuerdo a la propuesta presentada, la instalación de **100.000 m²** de jardines verticales con *Aptenia cordifolia* captaría 752 kg (0,75 toneladas) de PAS por mes, reduciendo así las concentraciones del mencionado contaminante en el ambiente y, por ende, mejorando la calidad del aire del Distrito de Lima.

4.4.2 Estimación económica de la propuesta

Se estimaron los costos de instalación de los 100.000 m² de jardines verticales, los cuales, según los cálculos realizados, ascendieron a S/25.710.000,00, tal como se detalla en la Tabla 50. Además, se calcularon los costos de operación y mantenimiento anuales, los cuales se estimaron en S/814.000,00, tal como se observa en la Tabla 51. Cabe indicar que se consideró un riego semanal promedio de 6 litros por m² de jardín vertical, lo cual equivaldría a 24 litros mensuales (0,024 m³) por m², así como también, se planteó un mantenimiento con una frecuencia trimestral.

Tabla 50. Costos de instalación de 100 000 m² de jardines verticales.

CÓD.	BIENES Y SERVICIOS	CANT.	UNIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO TOTAL (S/)		
					Instalación de 1 m ²	Instalación de 100 m ²	Instalación de 100000 m ²
I. BIENES							
001B	Especies vegetales "La Señorita"	25	unidad	S/1,50	S/37,50	S/3.750,00	S/3.750.000,00
002B	Sustrato	1	Saco (7kg)	S/10,00	S/10,00	S/1.000,00	S/1.000.000,00
003B	Mantas para jardín vertical	2	unidad	S/40,00	S/80,00	S/8.000,00	S/8.000.000,00
004B	Geomembrana	1	m ²	S/8,00	S/8,00	S/800,00	S/800.000,00
005B	Tornillos	8	unidad	S/0,50	S/4,00	S/400,00	S/400.000,00
006B	Tarugos	8	unidad	S/0,20	S/1,60	S/160,00	S/160.000,00
007B	Abrazaderas	8	unidad	S/0,50	S/4,00	S/400,00	S/400.000,00
008B	Manguera de polietileno de 16 mm (m)	2	m	S/5,00	S/10,00	S/1.000,00	S/1.000.000,00
009B	Goterros regulables (5 por manta)	10	unidad	S/0,15	S/1,50	S/150,00	S/150.000,00
SUBTOTAL (S/.)					S/156,60	S/15.660,00	S/15.660.000,00
II. SERVICIOS							
001S	Transporte de materiales	1	-	S/20,00	S/10,00	S/50,00	S/50.000,00
002S	Instalación (incluido sistema de riego)	1	-	S/100,00	S/100,00	S/10.000,00	S/10.000.000,00
SUBTOTAL (S/.)					S/110,00	S/10.050,00	S/10.050.000,00
SUBTOTAL DE BIENES (S/.)					S/156,60	S/15.660,00	S/15.660.000,00
SUBTOTAL DE SERVICIOS (S/.)					S/110,00	S/10.050,00	S/10.050.000,00
TOTAL (S/.)					S/266,60	S/25.710,00	S/25.710.000,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51. Costos de operación y mantenimiento anual

CÓD.	SERVICIOS	CANT.	UNIDAD	COSTO UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/ (ANUAL)		
					Para 1 m ²	Para 100 m ²	Para 100000 m ²
001S	Riego de jardines verticales (agua potable)	0,024	m ³ /mes	S/4,86	S/1,40	S/140,00	S/14.000,00
002S	Mantenimiento de jardines verticales	1	m ²	S/20,00	S/80,00	S/8.000,00	S/800.000,00
TOTAL (S/.)					S/81,40	S/8.140,00	S/814.000,00

Fuente: Elaboración propia.

V. Discusión de resultados

Chipoco y Valencia (2015) en su tesis titulada “Determinación de la capacidad de adsorción de material particulado en el aire en una especie arbórea *Schinus terebinthifolius* y una rastrera *Aptenia cordifolia* en el Condominio La Quebrada-Cieneguilla”, determinaron la capacidad de adsorción de partículas atmosféricas sedimentables (PAS) en las especies *Schinus terebinthifolius* (molle costeño) y *Aptenia cordifolia* (señorita); para lo cual ubicaron 13 puntos de monitoreo, los cuales fueron evaluados considerando los factores influyentes en la medición, como la velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa. Así mismo, para el cálculo de la cantidad de material particulado retenido en hojas utilizaron la metodología planteada por “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, Ed. 20^{th.}, y, para el cálculo de las superficies foliares, el dibujo de las siluetas de las hojas en un papeles milimetrados; concluyendo que la especie *Schinus terebinthifolius* presentó una capacidad de adsorción de material particulado de 1,18 mg/cm²/30d, la cual representó un 66,2% más respecto a la capacidad de adsorción de las hojas de *Aptenia cordifolia*, la cual fue 0,71 mg/cm²/30d.

La presente investigación (2019) coincide con la metodología utilizada para el cálculo del material particulado depositado en hojas; así como también, en la utilizada para el cálculo de las superficies foliares. De esta forma, la capacidad de retención de PAS obtenida (0,93 mg/cm²/30d) supera en 0,22 mg/cm²/30d a la capacidad determinada para la *Aptenia cordifolia* por Chipoco y Valencia (2015). Mientras que, en relación al *Schinus terebinthifolius*, la capacidad de retención fue superada en 0,25 mg/cm²/30d.

Alegre, Mejía, Vásquez y Espinoza (2007) en su trabajo de investigación titulado **“Determinación de la capacidad de adsorción de material particulado en el aire de 3 especies arbóreas en 2 avenidas principales en el distrito de Cercado de Lima”** determinaron la cantidad de material particulado en suspensión que pueden adsorber las hojas de tres especies arbóreas, *Tipuana tipu* (Tipa), *Tecoma stans* (Huaranhuay) y *Salix humboldtiana* (Sauce), ubicadas en las bermas laterales y centrales de las avenidas Abancay y Arequipa. Se aplicó la metodología “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 20th”, obteniendo que las hojas de Tipa presentaron una mayor adsorción de sólidos totales por área foliar con 0,001971 kg/m²/10 días; seguida del Huaranhuay con 0,001461 kg/m²/10 días y; del Sauce con 0,001220 kg/m²/10 días. Adicionalmente, se indicó que las diferencias en la adsorción de los componentes analizados entre las tres especies dependen de diversos factores como el tiempo de caída de la hoja, morfología de la hoja, ubicación de los árboles, clima, grado de contaminación de la zona, edad y tamaño de los árboles, período de riego, frecuencia de lavado de los árboles, entre muchos otros.

Por lo cual, realizando las conversiones correspondientes a los resultados obtenidos por Alegre *et al.* (2007), se tuvo que las hojas de Tipa, Huaranhuay y Sauce presentaron una adsorción de sólidos totales por área foliar de 0,5913 mg/cm²/30 días, 0,4383 mg/cm²/30 días y, 0,3660 mg/cm²/30 días respectivamente; siendo estas capacidades inferiores en 0,3340; 0,4870 y 0,5593 mg/cm²/30 días a la capacidad de retención de PAS promedio de la *Aptenia cordifolia*, es decir, esta última fue 0,5649; 1,1111 y 1,5281 veces mayor que la capacidad de retención de PAS obtenida para la Tipa, Huaranhuay y Sauce respectivamente.

Torres (2016), en su trabajo de investigación titulado **“Reducción del polvo atmosférico sedimentable a través de *Ficus benjamina* y *Salix humboldtiana* en el distrito de San Martín de Porres”**, cuantificó el polvo atmosférico sedimentable (PAS) depositado en las especies *Ficus Benjamina* y *Salix humboldtiana* mediante el uso del método gravimétrico. Así, determinó que la concentración de PAS en el follaje de dichas especies, para las muestras biológicas, fue en promedio de 0,515 g PAS/g masa vegetal y 0,204 g PAS/g masa vegetal respectivamente; mientras que, para las muestras de vidrio con solución captadora, fue de 44,57 t/km²/mes y 11,52 t/km²/mes respectivamente. Siendo así la especie *Ficus benjamina* la cual posee mayor aptitud de captura de PAS, sin embargo, Franco (2016) mencionó que ambas especies poseen una no despreciable capacidad de captura de PAS en su follaje, esto debido a las características físicas, morfológicas y biológicas de las especies.

Ahora bien, efectuando las respectivas conversiones, se obtuvo que las concentraciones de PAS en el follaje de las especies *Ficus Benjamina* y *Salix humboldtiana* para las muestras de vidrio, obtenidas por Franco (2015), fueron equivalentes a 4,457 mg/cm²/mes y 1,152 mg/cm²/mes respectivamente; siendo superiores en 3,532 y 0,227 mg/cm²/mes a la capacidad promedio de retención de PAS calculada en el presente estudio. Así mismo, cabe señalar que, la capacidad del cuarto mes de experimentación (10/09/19 al 09/10/19), la cual fue de 1,5490 mg/cm²/mes, superó en 0,397 mg/cm²/mes a la capacidad de *Salix humboldtiana* y fue inferior en 2,908 mg/cm²/mes a de *Ficus benjamina*.

Angulo (2018), en su investigación denominada **“Capacidad de adsorción de material particulado de la especie arbórea *Ficus benjamina* en el parque zonal “Mayta Cápac”, San Martín de Porres”**, cuantificó y analizó los sólidos totales presentes en el follaje de la especie *Ficus benjamina*, a través de los ensayos de laboratorio realizados por la empresa Envirotest S.A.C, obteniendo que los sólidos totales, los sólidos volátiles, hierro y aluminio presentes en el follaje en 10 días fueron 2.398 mg/cm², 0,4100 mg/cm², 0,0289 mg/cm² y 0.0222 mg/cm² respectivamente. Angulo (2018) concluyó que un individuo de *Ficus benjamina* de follaje frondoso tiene una capacidad de adsorción de 6’829,624 mg/árbol/mes; un individuo de follaje intermedio, 1’601,294 mg/árbol/mes y; un individuo de follaje ralo, 405,472 mg/árbol/mes; beneficiando a 576, 135 y 34 habitantes, respectivamente. Además, estimó que la captación total de los individuos de follaje frondoso del parque zonal “Mayta Cápac” es de 286.84 kg/mes; de los individuos de follaje intermedio, 136.11 kg/mes y; de los individuos de follaje ralo, 15.81 kg/mes.

En efecto, realizando las conversiones correspondientes a los resultados obtenidos por Angulo (2018), se calculó que la capacidad de adsorción de material particulado de *Ficus benjamina* fue 7,194 mg/cm²/30 días, siendo mayor en 6,269 mg/cm²/30 días a la capacidad promedio de retención de PAS de la *Aptenia cordifolia*, lo cual significó que esta última fue 6,7748 veces menor que la capacidad de *Ficus benjamina*. Por otra parte, se debe agregar que un individuo de *Ficus benjamina* de follaje frondoso captaría la misma cantidad de sólidos totales que 908,1947 m² de jardines verticales (cubierta vegetal con *Aptenia cordifolia*); un individuo de follaje intermedio, 212,9380 m² y; un individuo de follaje ralo, 53,9191 m².

VI. Conclusiones

- Las condiciones meteorológicas presentes en la zona de instalación del jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia*, un mes previo a su instalación (del 09/05/2019 al 08/07/2019), fueron las siguientes: Temperatura promedio de 18,6 °C, humedad relativa promedio de 86,6 %, precipitación mensual de 3,5 mm, velocidad del viento promedio mensual de 1,9 m/s y, la dirección predominante del viento fue la Sur suroeste (SSO). Mientras que las condiciones meteorológicas de los 4 meses de experimentación, fueron las siguientes: Las temperaturas promedio del mes 1 (10/06/19 al 09/07/19), mes 2 (10/07/19 al 09/08/19), mes 3 (10/08/19 al 09/09/19) y mes 4 (10/09/19 al 09/10/19), fueron 16,9 °C, 15,8 °C, 16,3 °C y, 17,5 °C respectivamente; las humedades relativas promedio fueron 89,1 %, 88,9%, 86,8 % y 83,9 % respectivamente; las precipitaciones mensuales fueron 3,4 mm, 3,6 mm, 2,9 mm y 2,7 mm respectivamente; las velocidades del viento promedio fueron 1,9 m/s, 2,0 m/s, 2,2 m/s y 2,4 m/s respectivamente y; las direcciones predominantes del viento fueron la Suroeste (SO), Sur Suroeste (SSO), Suroeste (SO) y Sur Suroeste (SSO) respectivamente.
- El jardín vertical piloto con *Aptenia cordifolia* constó de 8 componentes: La estructura metálica, con una altura de 165 cm, la cual representó el soporte del jardín; la capa impermeabilizante, de 120 cm de largo x 65 cm de ancho; las mantas verticales con 35 bolsillos dispuestos en 7 filas y 5 columnas; el sistema de riego (por goteo), compuesto de un tanque de almacenamiento de una capacidad de 4 litros conectado a una manguera de 16 mm con goteros autorregulables; el sistema de drenaje, conformado por 2 canales conductores y 2 recipientes colectores; el

sustrato, constituido por 200 g de tierra negra y 40 g de musgo seco en cada bolsillo; la cubierta vegetal, desarrollada con individuos de la especie *Aptenia cordifolia* y; el recubrimiento, utilizado para revestir la caja de almacenamiento y la caja de drenaje. Siendo así que el jardín ocupó un área total de 1 m², de la cual 0,7 m² fueron ocupados por la cubierta vegetal del mismo.

- La capacidad de retención de polvo atmosférico sedimentable (PAS) promedio de la especie vegetal *Aptenia cordifolia* en el jardín vertical piloto, en el primer mes de experimentación (mes 1) fue de 0,3819 mg/cm²/mes, en el segundo mes (mes 2) fue de 0,7237 mg/cm²/mes, en el tercer mes (mes 3) fue de 1,0464 mg/cm²/mes y, en el cuarto mes (mes 4) fue de 1,5490 mg/cm²/mes; obteniendo una capacidad de retención de PAS promedio final de 0,9253 mg/cm²/mes. Así mismo, considerando este último valor, la superficie foliar promedio (5,08 cm²) y el número total de hojas (1144 hojas) del jardín vertical piloto, se estimó que la captación total de PAS de este alcanzaría los 5377,40 mg por mes.
- La implementación de 100 000 m² de jardines verticales con *Aptenia cordifolia* propuesta para el distrito de Lima, permitiría la retención o captura de 752 kg (0,75 t) de polvo atmosférico sedimentable del ambiente por mes; representando así una alternativa para la mejora de la calidad del aire urbano, así como para el incremento de las áreas verdes, lo que en consecuencia, generaría mejoras en la calidad de vida de la población del distrito en mención.

- El conocimiento de la capacidad de retención de PAS de la *Aptenia cordifolia* en el jardín vertical piloto implementado, permitió exponer el fundamento científico de la importancia que representa la instalación de los jardines verticales con la mencionada especie vegetal. Dicha importancia radica principalmente en la captura del polvo atmosférico sedimentable del ambiente, contribuyendo así a la mitigación de la contaminación atmosférica en las vías públicas del distrito. Así mismo, se muestra como una solución ante la exigua presencia de vegetación urbana y la escasa disponibilidad de espacio público, aprovechando los espacios verticales de edificaciones para la generación de áreas verdes. De esta manera, a través de la presente investigación, se brinda un aporte a la gestión ambiental, al promover futuros planes de implementación de áreas verdes en aras del desarrollo y bienestar de la población del distrito de Lima.

VII. Recomendaciones

- Para estudios similares se sugiere extender el periodo de muestreo a 12 meses como mínimo, buscando analizar la captura de PAS de la especie vegetal durante las diferentes estaciones y, evaluar con mayor precisión su relación con las condiciones meteorológicas presentes.
- Así mismo, se recomienda investigar otras especies que puedan adaptarse en jardines verticales y evaluar sus capacidades de retención de PAS, así como determinar su potencial para la captura de metales pesados (Pb, Cd, Cu y Fe) a través del análisis de la composición del polvo atmosférico retenido.
- Con la finalidad de evaluar la reducción de material particulado en la zona de estudio, se sugiere monitorear sus concentraciones con muestreadores activos, paralelamente a la evaluación de las capacidades de retención de PAS.
- Por otro lado, previo a la instalación de los jardines verticales, se recomienda realizar una evaluación estructural a las paredes de las edificaciones en las cuales se pretende instalarlos para así determinar su viabilidad técnica.
- Se debe propiciar la difusión y desarrollo de investigaciones similares para su futura aplicación, realizando el diseño y desarrollo de proyectos de instalación de jardines verticales en las edificaciones de instituciones públicas y privadas de acuerdo a la normatividad vigente.

VIII. Referencias

- Agencia de Protección del Medio Ambiente. (2016). *NAAQS Table*. Estados Unidos. Recuperado de <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2015). *Guía práctica de techos verdes y jardines verticales*. Recuperado de: <http://ambientebogota.gov.co/es/web/publicaciones-sda/techos-verdes-y-jardines-verticales1>
- Alegre, V., Mejía, M., Vásquez, L., y Espinoza, C. (2007). *Determinación de la capacidad de adsorción de material particulado en el aire de 3 especies arbóreas en 2 avenidas principales en el distrito de Cercado de Lima* (trabajo de investigación no experimental para optar título profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Angulo, C. (2018). *Capacidad de adsorción de material particulado de la especie arbórea Ficus benjamina en el parque zonal "Mayta Cápac", San Martín de Porres* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Baca, C., y Vázquez, F. (2015). Estudio comparativo de la influencia de las zonas arboladas urbanas en la calidad del aire de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Tecnociencia Chihuahua*, 9 (3), 171-179.
- Bravo, L. (2017). *Determinación y caracterización de material particulado sedimentable en el casco urbano del cantón Portovelo* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

- Carnicer, J. (2008). Contaminación atmosférica. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/file/18607/download?token=DQeBhR8t>
- Chávez, V. (2015). *Estructura de paneles con recubrimiento vegetal* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Chipoco, J., y Valencia, F. (2015). *Determinación de la capacidad de adsorción de material particulado en el aire en una especie arbórea Schinus terebinthifolius y una rastrera Aptenia cordifolia en el condominio La Quebrada-Cieneguilla* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Condori, F. (2016). *Naturación de azotea aplicando Aptenia Cordifolia y su efecto sobre la temperatura y humedad relativa, en un sistema piloto* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Constitución Política del Perú. Diario Oficial “El Peruano”, Lima, Perú, 30 de diciembre de 1993.
- Dalmasso, A., Candia, R., y Llera, J. (1997). La vegetación como indicadora de la contaminación por polvo atmosférico. *Multequina*, 6, 85-92.
- Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y Disposiciones Complementarias. Diario Oficial “El Peruano”, Lima, Perú, 07 de junio del 2017.
- Defensoría del Pueblo. (2006). *La calidad del aire en Lima y su impacto en la salud y la vida de sus habitantes* (Informe Defensorial No. 116). Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/informe-defensorial-no-116-calidad-aire-lima-impacto-salud-vida-sus>

Díaz, V., y Páez, C. (2006). Contaminación por material particulado en Quito y caracterización química de las muestras. *Acta Nova*, 3(2), 308-322. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892006000100011&script=sci_arttext

Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2011). *Estudio de saturación Lima Metropolitana y Callao - año 2011*. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/Estudio%20de%20Saturacion%202012.pdf

Ferriol, M., Muñoz, López, C., Merle, H., y Garmendia, A. (2014) *Capacidad de retención de polvo contaminante de distintas especies de árboles ornamentales en la ciudad de Valencia*. XVI Congreso Nacional de Arboricultura.

Franco, J. (2012). Contaminación atmosférica en centros urbanos. Desafío para lograr su sostenibilidad: caso de estudio Bogotá. *Revista EAN*, (72), 193-204. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000100013

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2005). *Estadísticas Ambientales. Marzo 2005*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/5755.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2013). *Provincia de Lima: Compendio Estadístico 2011 - 2012*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib149/libro.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2015). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2015*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/cap04.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2017*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1469/libro.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Compendio Estadístico Provincia de Lima 2017*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1477/libro.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). *Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017. Provincia de Lima*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1583/

Ley N^o 28611. Ley General del Ambiente. Diario Oficial “El Peruano”, Lima, Perú, 15 de octubre de 2005.

Marcos, R., Cabrera, M., Laos, H., Mamani, D., y Valderrama, A. (2008). Estudio comparativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos–Lima. *Revista de investigación CEDIT*, 3, 49-58.

Merino, K. (2017). *Retención de polvo atmosférico sedimentable en las especies Ficus benjamina y Schinus terebinthifolius en las zonas residencial y comercial de la Avenida Brasil–Pueblo Libre 2017* (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

MGA (12 de agosto de 2019). *Aptenia cordifolia, rocío, escarcha*. Lima, Perú: Recuperado de <https://9plantas.info/suculentas/aptenia-cordifolia-rocio-escarcha.html>

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2018). Superficie de área verde urbana por habitante en Lima Metropolitana. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/998>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2016). *Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental*. Recuperado de <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>

Ministerio de Salud (MINSa). (2012). *Estudio de saturación Lima Metropolitana y Callao Año 2011*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/estudio-saturacion-lima-metropolitana-callao-ano-2011>

Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). (2006). *Diagnóstico Local Participativo del consumo de drogas en el Distrito de Cercado de Lima-2006*. Recuperado de http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/savia/PDF/diagnosticofinal/Diagnostico_Final_cercado.pdf

Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). (2012). *Plan Regional de Desarrollo Concertado de Lima (2012-2025)*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-regional-desarrollo-concertado-lima-2012-2025>

Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). (2014). *Plan de Desarrollo Urbano del Cercado de Lima 2014-2025*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/243885788/PDU-CERCADO-pdf>

Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). (2015). *Plan Distrital de Seguridad Ciudadana del Cercado de Lima*. Recuperado de <https://docplayer.es/69983480-Cercado-de-lima-plan-distrital-de-seguridad-ciudadana-2015-del-cercado-de-lima-presentacion.html>

Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). (2018). *Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental PLANEFA-2018*. Recuperado de http://www.munlima.gob.pe/images/descargas/gobierno-abierto/transparencia/mml/info-adicional/estudios-ambientales/2018/PLANEFA_2018_compress.pdf

Navarro, J. (2013). *Los jardines verticales en la edificación* (trabajo final de máster en edificación). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Neyra, M. (21 de marzo de 2018). *La salud debe ser la máxima prioridad de los urbanistas*. Ginebra, Suiza: OMS. Recuperado de <https://www.who.int/mediacentre/commentaries/2018/health-urban-planning/es/>

Ordenanza N° 1630. Ordenanza sobre definición y delimitación de las zonas del Cercado de Lima. Diario Oficial “El Peruano”, Lima, Perú, 24 de setiembre de 2012.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*. Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978

Organización Mundial de la Salud (OMS), (2004). *Guías para la Calidad de Aire*. (OPS/CEPIS/PUB/04.110). Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/guiasaire.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: actualización mundial 2005* (WHO/SDE/PHE/OEH/06.02). Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). *Global Urban Ambient Air Pollution Database*. Recuperado de https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2016). *Contaminación del Aire Ambiental*. Washington, E.U.: OPS. Recuperado de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2012). *Perspectivas ambientales de la OCDE hacia 2050*. Recuperado de <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49884278.pdf>

Ortiz, D., Lumbreras, E., y Rosselló, J. (2009). *Flora alóctona suculenta valenciana: Aizoaceae y Portulacaceae* (Vol. 7). José Luis Benito Alonso.

Palacios, J. (2014). *Bases agronómicas para el desarrollo de Jardines Verticales*.

Recuperado de

http://www.academia.edu/35555190/BASES_AGRONOMICAS_PARA_EL_DESARROLLO_DE_JARDINES_VERTICALES

Rodríguez, J. (2017). *Polvo atmosférico sedimentable y su incidencia en las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Los Olivos, 2017* (tesis de pregrado).

Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Romero, M., Diego, F., y Álvarez, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 44(2), 1-14.

Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000200008

Salazar, D. (2017). *Diseño de jardines verticales en el interior de viviendas y la calidad de vida de los habitantes de la parroquia La Merced* (tesis de pregrado).

Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Seoáñez, M. (2002). *Tratado de la contaminación atmosférica: problemas, tratamiento y gestión*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2008).

Evaluación de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de Lima-Callao/Diciembre – 2008. Recuperado de

<https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/38970>

Torres, R. (2016). *Reducción del polvo atmosférico sedimentable a través de Ficus benjamina y Salix humboldtiana en el distrito de San Martín de Porres* (tesis de pregrado).

Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

- Urbano, B. (2013). Naturación urbana, un desafío a la urbanización. *Revista Chapingo*, 19(2), 225-236. doi: 10.5154/r.chscfa.2013.01.004
- Vibrans, H. (16 de agosto de 2009). *Maleza de México*. México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/aizoaceae/aptenia-cordifolia/fichas/ficha.htm>
- Vieco, M. (2014). *Estimación de la remoción de material particulado por parte de tres especies arbóreas en un corredor vial de Medellín* (tesis de pregrado). Universidad EIA, Antioquia, Colombia.
- Villacrés, M. (2015). *Evaluación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Ambato relacionada con el material particulado sedimentable* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Vintimilla, C. (2013). *Uso de materiales para jardines verticales en espacios interiores* (tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Zegarra, R. (2018). *Determinación de especies vegetales para la captura y retención de material particulado en la zona urbana de la ciudad de Cuenca* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

IX. Anexos

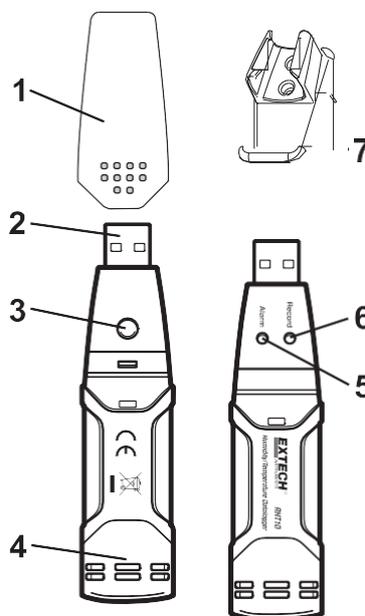
Anexo 1. Especificaciones técnicas del termohigrómetro Modelo RHT10

Características:

- Memoria para 32,000 lecturas (16,000 lecturas de temperatura y 16,000 lecturas de humedad).
- Indicación de punto de rocío por medio de software Windows™
- Granos por la indicación del kg/libra vía el software opcional de Windows™ (orden RHT10-SW)
- Tasa ajustable de muestreo de datos: 2s, 5s, 10s, 30s, 1m, 5m, 10m, 30m, 1hr, 2hr, 3hr, 6hr, 12hr, 24hr
- Indicación del estado mediante LED Rojo/Amarillo y LED Verde
- Interfaz USB para configuración y descarga de datos
- Umbrales de alarma programables por el usuario para humedad relativa y temperatura
- Larga vida de la batería

Partes:

1. Cubierta protectora
2. Conector USB para PC
3. Botón de encendido
4. Sensores de temperatura y HR
5. LED Alarma (rojo/amarillo)
6. LED registro (verde)
7. Clip para montaje



Descripción técnica:

Humedad relativa	Escala general	0 a 100%
	Precisión (0 a 20 y 80 a 100%)	±5.0%
	Precisión (20 a 40 y 60 a 80%)	±3.5%
	Precisión (40 a 60%)	±3.0%
Temperatura	Escala general	-40 a 70° C (-40 a 158°F)
	Precisión (-40 a -10 y +40 a +70 °C)	±2 °C
	Precisión (-10 a +40 °C)	±1 °C
	Precisión (-40 a +14 y 104 a 158 °F)	±3.6 °F
	Precisión (+14 a 104 °F)	±1.8 °F
Temperatura de punto de rocío	Escala general	-40 a 70 ° C (-40 a 158 °F)
	Precisión (25°C, 40 a 100 %HR)	±4.0°F (±2 °C)
Granos por kg	Granos por el máximo 160g/kg (1120 del granos de la libra); Disponibile solamente con software opcional de RHT10-SW	
Tasa de registro	intervalo de muestreo seleccionable: De 2 segundos hasta 24 horas	
Temperatura de operación	-35 a 80° C (-31 a 176°F)	
Tipo de batería	Litio de 3.6 V (1/2 AA) (SAFT LS14250, Tadiran TL-5101 o equivalente)	
Vida de la batería	1 año (tipo) dependiendo de la tasa de registro, temperatura ambiente, y uso de LED de alarmas	
Dimensiones / peso	4 X 1 X .9” (101 X 25 X 23 mm) / 6 oz (172 g)	

Anexo 2. Registros de temperatura y humedad relativa del Termohigrómetro RHT 10

TEMPERATURA (°C) – MES PREVIO A LA INSTALACIÓN (09/05/2019 – 08/06/19)

Hora \ Día	08/05/2019	09/05/2019	10/05/2019	11/05/2019	12/05/2019	13/05/2019	14/05/2019	15/05/2019	16/05/2019	17/05/2019	18/05/2019	19/05/2019	20/05/2019	21/05/2019	22/05/2019	23/05/2019	24/05/2019	25/05/2019	26/05/2019	27/05/2019	28/05/2019	29/05/2019	30/05/2019	31/05/2019	01/06/2019	02/06/2019	03/06/2019	04/06/2019	05/06/2019	06/06/2019	07/06/2019	08/06/2019	Promedios horarios
0:00	19,5	19,3	18,7	19,4	18,8	18,3	19,3	17,7	18,0	17,8	17,3	17,5	18,0	17,8	17,9	17,9	16,7	16,5	16,9	17,2	17,5	17,4	17,1	17,6	17,0	16,9	17,4	16,1	16,3	15,7	16,9	16,8	17,6
1:00	19,3	18,9	18,9	19,3	18,3	18,3	19,0	17,7	17,3	17,5	17,4	17,8	17,8	17,5	17,8	17,7	16,6	16,4	16,8	17,1	17,0	17,2	17,2	17,0	17,2	17,1	16,9	15,8	16,5	15,9	16,8	16,6	17,5
2:00	18,9	18,7	19,1	19,5	17,9	18,2	18,8	17,7	17,3	17,3	17,4	18,0	17,9	17,6	17,6	17,3	16,3	16,3	16,9	17,3	16,6	17,2	17,3	16,7	17,1	16,9	16,6	15,7	16,3	15,8	16,7	16,4	17,4
3:00	18,7	18,6	19,3	18,8	18,0	18,4	18,6	17,9	17,2	17,2	17,6	17,8	18,0	17,6	17,7	17,1	16,4	16,2	16,6	17,3	16,3	17,0	17,1	16,6	16,8	16,8	16,3	15,6	15,8	15,8	16,6	16,2	17,2
4:00	18,7	18,5	19,2	18,8	18,1	18,8	18,4	18,2	16,9	17,0	17,7	17,9	17,8	17,7	17,8	17,1	16,4	16,3	16,5	17,4	16,3	16,7	17,1	16,6	16,7	16,9	16,5	15,6	16,0	15,8	16,2	16,2	17,2
5:00	19,1	18,5	19,1	18,3	18,0	19,7	18,1	17,7	17,0	17,0	17,8	17,9	18,0	17,7	17,7	17,1	16,5	16,5	16,7	17,6	16,6	16,8	16,9	16,5	16,5	16,5	16,5	15,7	15,9	16,1	16,4	15,9	17,3
6:00	19,2	18,8	18,8	18,3	18,0	19,7	18,3	17,4	16,9	17,1	17,7	17,9	18,3	17,7	17,6	17,1	16,6	16,7	16,8	17,7	17,3	16,8	17,0	16,6	16,4	16,4	16,6	15,7	16,1	16,3	16,2	16,0	17,3
7:00	20,0	19,7	19,2	18,4	19,3	19,7	19,0	17,5	17,2	17,6	17,7	18,3	19,1	17,9	17,5	17,2	17,1	17,2	17,2	18,1	17,9	16,9	17,4	16,9	16,2	16,8	17,0	16,1	16,0	17,1	16,3	16,6	17,7
8:00	21,1	21,0	19,4	18,9	19,2	21,9	20,4	18,1	17,6	17,7	18,5	19,3	19,8	18,6	17,5	17,4	17,4	18,1	18,0	19,3	18,0	17,5	17,2	17,2	16,7	17,8	17,7	16,4	16,3	18,5	16,9	17,5	18,3
9:00	22,0	22,3	19,9	20,2	20,2	22,9	20,9	18,8	18,0	18,2	19,1	19,9	20,1	18,8	17,7	17,9	17,3	18,9	19,1	20,0	18,2	18,1	17,6	16,9	16,8	18,9	17,6	17,1	16,4	19,1	17,4	17,9	18,9
10:00	23,5	23,3	20,7	22,2	21,8	23,8	21,2	19,0	18,0	19,3	19,7	20,9	21,0	20,1	18,6	17,5	17,5	19,2	20,1	19,6	18,8	18,9	18,5	17,0	17,3	20,1	17,8	17,1	16,4	20,1	17,8	18,5	19,5
11:00	24,3	22,7	21,4	23,2	22,5	24,1	22,0	19,7	19,1	20,2	20,8	21,8	21,2	21,4	19,7	18,4	17,9	19,2	19,9	20,3	19,7	19,9	20,2	18,7	17,9	21,1	19,3	18,1	16,7	19,1	17,9	19,9	20,3
12:00	24,4	24,1	21,7	23,8	22,9	25,6	22,6	19,7	19,2	20,8	21,9	23,1	23,1	22,3	19,8	18,7	18,0	20,2	19,9	21,5	19,9	20,4	22,1	19,1	18,2	19,5	19,0	18,5	16,9	18,7	17,9	20,0	20,7
13:00	27,2	25,0	22,2	24,2	24,2	25,8	24,9	20,5	18,9	22,3	22,6	23,6	24,1	24,4	20,9	18,6	18,3	20,3	20,1	22,5	19,6	20,9	20,5	19,3	18,5	19,2	18,5	18,2	17,4	18,4	17,7	18,8	21,2
14:00	25,1	24,7	22,3	23,3	24,0	27,0	25,7	20,3	18,7	22,4	24,2	23,1	24,4	25,1	21,7	18,2	17,5	20,6	19,7	19,6	19,5	21,3	21,0	20,0	18,5	19,7	19,7	18,2	17,4	18,6	18,1	18,6	21,2
15:00	23,1	24,9	21,7	23,0	24,0	26,0	23,2	18,7	18,0	22,6	24,3	24,1	24,2	23,9	20,7	18,4	17,1	19,6	19,8	19,7	19,4	20,0	21,1	18,9	18,7	20,2	18,9	17,8	17,3	18,2	18,2	17,9	20,7
16:00	22,9	23,2	20,3	22,6	22,0	25,1	20,8	19,0	18,2	20,9	22,1	23,2	23,8	21,3	19,7	18,1	17,2	18,6	19,2	19,1	19,2	19,5	19,0	18,3	18,5	21,8	18,4	17,6	17,0	17,8	18,1	17,6	20,0
17:00	20,8	21,6	19,6	21,9	20,4	22,5	19,9	18,6	17,8	19,0	19,5	20,7	20,8	19,6	19,4	17,7	17,0	18,2	19,1	18,7	18,4	18,2	18,3	18,2	17,8	19,3	18,0	17,4	16,2	17,5	17,8	17,4	19,0
18:00	20,1	20,0	19,4	20,5	20,0	21,1	19,7	18,5	18,2	18,5	18,5	18,9	19,4	19,0	18,4	17,7	17,1	17,9	18,3	18,1	17,7	17,7	18,4	17,9	17,2	18,2	17,9	17,3	16,0	17,2	17,3	17,1	18,4
19:00	20,0	19,8	19,7	20,3	19,5	20,8	19,5	18,6	18,6	18,4	18,6	18,4	19,3	18,8	18,3	17,5	17,2	17,7	17,8	18,5	17,4	17,4	17,8	17,8	16,9	18,1	18,0	17,3	16,1	17,1	17,1	17,1	18,3
20:00	19,8	20,1	19,6	20,0	19,1	20,7	19,2	18,4	18,2	18,2	18,3	18,5	18,9	19,1	18,3	17,3	17,2	17,0	17,8	18,1	18,0	17,2	18,0	17,9	17,2	17,6	17,8	17,2	16,1	17,3	17,2	16,9	18,2
21:00	19,7	20,4	19,3	20,3	19,0	20,5	18,3	18,2	18,4	17,9	18,0	18,3	18,6	18,8	17,9	17,5	17,1	17,1	17,2	17,9	17,6	17,1	17,9	17,6	17,3	17,3	17,4	17,1	16,0	17,2	17,2	16,7	18,0
22:00	19,8	19,8	19,0	20,6	18,6	20,0	18,1	18,2	18,2	17,9	17,8	17,9	18,5	18,3	18,1	17,0	16,9	17,0	17,0	17,9	17,6	17,3	17,6	17,2	17,1	17,6	16,9	16,9	15,9	17,5	16,9	16,5	17,9
23:00	19,8	19,0	18,9	18,9	18,3	19,5	17,8	18,0	18,0	17,5	17,8	17,9	18,3	18,3	17,9	16,9	16,6	17,0	17,2	17,8	17,6	17,2	17,7	17,2	16,8	17,4	16,4	16,7	15,8	17,0	16,8	16,5	17,6
Promedios diarios	21,1	21,0	19,9	20,6	20,1	21,6	20,2	18,5	18,0	18,8	19,3	19,7	20,0	19,6	18,6	17,6	17,1	17,9	18,1	18,7	18,0	18,1	18,3	17,7	17,3	18,3	17,6	16,9	16,4	17,4	17,2	17,3	18,6

HUMEDAD RELATIVA (%) – MES PREVIO A LA INSTALACIÓN (09/05/2019 – 08/06/2019)

Hora \ Día	08/05/2019	09/05/2019	10/05/2019	11/05/2019	12/05/2019	13/05/2019	14/05/2019	15/05/2019	16/05/2019	17/05/2019	18/05/2019	19/05/2019	20/05/2019	21/05/2019	22/05/2019	23/05/2019	24/05/2019	25/05/2019	26/05/2019	27/05/2019	28/05/2019	29/05/2019	30/05/2019	31/05/2019	01/06/2019	02/06/2019	03/06/2019	04/06/2019	05/06/2019	06/06/2019	07/06/2019	08/06/2019	Promedios horarios
0:00	85,4	84,4	88,9	88,2	91,1	90,3	88,7	94,0	92,4	89,8	89,2	89,0	88,0	88,2	90,7	90,1	97,0	96,0	96,2	88,9	87,7	84,1	87,4	88,9	93,5	93,5	91,0	96,6	93,4	96,4	89,3	92,9	90,7
1:00	86,3	87,3	87,5	88,4	92,5	91,1	89,9	94,4	95,4	90,3	88,5	87,8	89,0	89,7	91,3	91,4	97,1	96,4	96,6	89,4	89,1	84,3	87,1	93,6	92,6	93,1	92,5	96,1	92,0	96,0	89,4	93,2	91,2
2:00	88,4	87,7	87,1	87,2	93,7	91,3	90,3	94,1	95,3	90,4	88,7	87,3	88,4	89,7	91,7	94,0	97,2	96,2	96,4	88,4	91,6	84,9	87,1	94,5	92,6	93,4	94,1	96,5	94,3	95,8	89,6	94,0	91,6
3:00	90,3	87,7	86,2	91,1	93,5	90,3	91,1	93,4	96,0	90,6	88,2	87,5	87,5	90,4	91,5	95,2	97,6	96,5	97,3	88,8	94,2	85,9	87,3	95,1	94,3	93,5	95,1	96,5	96,0	96,7	90,7	95,1	92,2
4:00	89,9	88,5	86,8	91,4	93,0	88,9	92,0	92,2	96,4	91,5	87,8	87,2	87,9	89,8	91,5	95,2	97,6	96,5	97,4	87,3	94,5	87,1	87,6	95,3	95,2	93,3	94,8	96,4	95,8	95,8	92,8	95,5	92,3
5:00	87,3	88,6	87,0	93,6	93,1	84,9	93,6	94,0	96,7	91,9	87,2	87,5	86,8	90,0	91,8	94,8	97,8	95,5	97,2	86,9	93,1	87,0	88,5	95,7	96,1	94,2	94,7	95,9	95,7	94,2	93,4	96,1	92,2
6:00	87,3	87,5	87,7	94,3	93,7	84,9	93,7	95,2	96,7	92,4	88,7	87,0	86,4	90,5	92,4	95,1	97,7	95,1	96,6	87,3	90,0	87,2	88,2	95,5	96,3	95,4	93,6	95,0	94,9	92,9	94,2	96,2	92,2
7:00	83,1	84,3	86,4	92,9	88,5	85,3	90,4	94,8	95,9	91,5	89,6	85,3	84,6	90,1	94,0	95,5	96,7	93,5	94,9	85,8	85,7	86,7	86,8	94,8	96,1	94,2	91,7	94,1	95,9	89,4	93,2	94,6	90,8
8:00	77,1	79,4	86,1	91,4	88,9	78,0	84,7	92,5	94,3	91,1	85,5	81,2	82,8	88,1	93,9	94,2	95,3	89,9	92,5	82,7	84,2	85,0	87,7	94,6	95,6	90,2	89,3	92,9	95,3	84,0	91,1	90,1	88,4
9:00	74,2	75,6	84,1	84,7	85,5	75,5	82,5	89,6	92,3	89,0	82,7	79,5	80,8	87,5	92,3	92,3	95,4	87,7	88,0	80,2	82,8	83,0	86,2	95,2	94,3	84,9	89,2	90,4	94,2	82,3	88,7	88,5	86,2
10:00	67,8	71,4	81,1	76,0	79,1	72,6	80,6	88,2	91,8	83,4	79,8	75,1	77,1	82,4	88,4	94,3	95,2	85,9	83,5	83,8	79,4	80,6	82,9	94,4	91,9	80,4	88,3	88,8	94,8	79,1	87,7	85,7	83,5
11:00	65,8	72,7	78,5	70,7	76,3	70,9	78,2	83,5	86,0	79,3	74,8	70,8	76,5	77,2	84,7	87,7	93,6	85,6	83,2	80,5	76,0	76,6	76,3	88,7	89,9	76,2	81,4	81,9	93,3	80,9	86,6	80,4	80,1
12:00	64,6	67,3	77,2	68,2	73,5	65,1	76,0	84,3	84,3	76,3	71,6	66,6	70,5	73,0	83,0	86,4	93,3	80,7	82,7	75,1	74,1	74,7	69,2	86,3	87,4	80,9	83,3	81,2	89,9	82,3	86,0	79,5	78,0
13:00	55,8	62,1	75,4	66,3	67,9	62,7	67,3	80,2	86,9	70,3	68,0	64,0	66,2	66,0	79,3	87,2	92,2	81,0	80,7	71,7	74,7	72,7	74,2	83,7	86,3	82,5	83,9	82,2	86,4	82,2	87,7	84,3	76,0
14:00	62,6	66,0	75,9	68,5	67,9	59,3	64,4	81,7	88,1	70,1	62,2	65,4	65,3	62,6	74,6	88,9	94,3	80,2	83,2	81,8	75,2	70,4	72,6	79,9	86,1	80,5	79,1	80,7	86,5	81,1	84,7	85,3	75,8
15:00	71,4	67,1	77,5	71,9	67,8	62,2	71,6	88,3	91,2	67,0	61,7	62,5	65,2	66,7	77,6	88,7	95,3	85,2	82,7	79,7	74,2	74,3	72,4	84,3	85,4	79,0	81,3	83,3	87,2	82,5	85,7	87,7	77,5
16:00	71,8	72,0	83,0	70,4	75,2	65,8	79,7	87,2	88,6	73,6	69,0	65,6	66,7	75,8	80,4	89,4	95,5	88,8	85,6	83,6	75,9	77,0	81,9	86,0	86,1	73,3	83,3	84,1	89,1	83,5	86,3	87,9	80,1
17:00	79,8	76,8	87,5	74,2	80,4	75,1	83,9	88,4	90,0	80,9	79,2	74,3	77,2	81,9	81,9	90,9	95,7	89,9	85,5	84,9	79,0	82,1	84,6	87,1	87,4	81,7	85,6	85,4	93,6	85,5	88,0	89,9	84,0
18:00	83,5	81,9	86,6	81,5	81,8	80,7	85,5	89,1	86,6	84,8	82,9	81,8	84,0	85,5	86,0	91,0	95,0	92,2	88,8	87,4	82,5	84,1	84,1	86,8	91,8	87,0	86,9	86,7	94,7	86,5	91,3	91,1	86,6
19:00	84,2	82,7	87,3	84,0	84,0	78,5	85,9	89,2	84,1	84,3	84,5	84,1	82,4	86,4	86,5	92,5	94,7	94,0	91,5	86,2	83,1	85,2	86,7	87,7	94,1	87,9	86,7	87,3	94,0	85,9	92,0	90,8	87,1
20:00	85,0	82,2	87,4	86,0	85,7	79,2	87,8	90,1	85,5	84,9	85,5	83,9	85,5	85,9	87,6	93,6	95,0	95,1	90,3	85,7	80,1	86,1	86,1	88,5	92,9	90,5	88,0	88,2	93,7	86,0	91,7	92,1	87,7
21:00	86,4	81,3	89,3	84,9	86,3	80,4	91,8	90,4	85,4	86,0	87,6	86,4	86,0	87,0	89,0	94,0	93,6	96,3	91,3	86,4	84,4	87,8	86,2	90,9	91,8	91,5	89,4	88,2	93,9	87,7	91,6	92,7	88,6
22:00	85,7	84,1	89,9	84,0	88,3	83,6	92,8	90,8	87,3	86,8	87,9	89,2	86,4	89,5	88,7	95,9	94,5	96,4	90,2	86,6	84,1	87,0	87,0	93,5	92,9	90,8	92,7	89,0	95,9	86,2	92,1	93,1	89,5
23:00	82,6	87,3	90,1	90,5	89,6	87,6	93,6	91,5	88,9	89,2	87,7	89,0	86,5	90,0	89,7	96,1	96,0	95,7	89,0	86,0	83,4	86,8	87,6	93,3	93,9	90,9	95,5	90,2	95,9	88,3	93,0	93,5	90,3
Promedio diarios	79,0	79,4	84,8	82,5	84,1	78,5	84,8	89,9	90,7	84,4	81,6	79,9	80,7	83,5	87,4	92,3	95,6	91,3	90,1	84,4	83,3	82,5	83,6	90,6	91,9	87,5	88,8	89,5	93,2	87,6	89,9	90,4	86,4

TEMPERATURA (°C) – MES 1 (10/06/2019 – 09/07/2019)

Hora \ Fecha	10/06/2019	11/06/2019	12/06/2019	13/06/2019	14/06/2019	15/06/2019	16/06/2019	17/06/2019	18/06/2019	19/06/2019	20/06/2019	21/06/2019	22/06/2019	23/06/2019	24/06/2019	25/06/2019	26/06/2019	27/06/2019	28/06/2019	29/06/2019	30/06/2019	01/07/2019	02/07/2019	03/07/2019	04/07/2019	05/07/2019	06/07/2019	07/07/2019	08/07/2019	09/07/2019	Promedios horarios
0:00	16,2	16,4	16,2	17,3	16,8	17,0	16,8	16,4	15,8	15,7	16,1	16,0	15,6	15,7	17,0	16,1	16,1	16,6	16,6	16,5	16,3	16,5	16,1	15,5	15,5	16,6	15,9	15,9	15,8	15,5	16,2
1:00	16,0	16,1	16,1	17,0	16,6	17,0	16,7	16,2	15,6	15,6	15,7	15,7	15,3	15,6	16,7	15,9	15,7	16,3	16,1	16,3	16,2	16,4	16,2	15,2	15,2	16,4	15,9	15,6	15,6	15,4	16,0
2:00	15,9	16,0	15,9	16,9	16,7	16,6	16,5	16,0	15,4	15,5	15,4	15,7	15,1	15,6	16,4	15,7	15,6	16,0	15,8	16,2	16,0	16,5	16,2	15,0	15,0	16,3	15,8	15,4	15,4	15,3	15,9
3:00	15,8	15,9	15,7	16,9	16,7	16,3	16,4	15,8	15,3	15,5	15,4	15,6	15,1	15,5	16,4	15,8	15,6	16,0	15,7	16,1	16,0	16,4	16,0	15,0	14,9	16,2	15,8	15,5	15,4	15,2	15,8
4:00	15,7	15,7	15,7	16,7	16,7	16,0	16,2	15,6	15,2	15,5	15,4	15,6	15,1	15,5	16,0	15,9	15,5	15,7	16,1	15,9	15,9	16,3	16,1	15,1	14,9	15,9	15,7	15,5	15,6	15,1	15,7
5:00	15,7	15,8	15,7	16,6	16,7	16,1	16,0	15,5	15,3	15,4	15,5	15,8	15,2	15,7	15,7	16,0	15,5	15,5	16,3	15,8	15,9	16,3	15,9	15,2	14,7	15,8	15,7	15,4	15,6	15,5	15,7
6:00	15,8	16,0	15,9	16,4	16,9	16,3	15,9	15,5	15,4	15,6	15,9	15,8	15,3	15,7	15,2	15,7	15,7	15,6	16,4	16,1	16,1	16,5	15,8	15,3	14,9	16,1	15,7	15,4	15,7	15,7	15,8
7:00	16,1	16,1	16,3	16,5	16,9	16,7	16,0	15,9	15,5	15,9	16,4	15,3	15,6	16,1	15,4	15,6	16,2	15,7	16,9	16,5	16,5	16,9	16,0	15,6	15,7	16,3	15,6	15,7	16,0	16,3	16,1
8:00	16,6	17,2	16,6	16,9	17,4	17,5	16,4	16,2	15,8	15,9	16,3	15,6	16,2	16,6	16,3	16,0	16,5	16,3	17,2	17,1	16,6	17,7	17,0	15,9	16,7	16,9	16,2	16,4	16,8	16,9	16,6
9:00	17,1	17,5	17,3	17,1	18,1	18,2	16,6	16,5	15,9	16,3	16,4	15,8	16,0	17,2	17,0	16,8	16,8	16,9	18,2	17,9	17,1	18,2	17,8	16,4	17,2	17,1	16,7	17,3	17,7	17,3	17,1
10:00	17,6	19,9	17,7	17,6	18,1	18,1	17,3	16,8	16,0	17,5	17,1	16,0	16,7	17,8	18,4	16,7	17,7	17,7	18,4	18,5	17,3	18,3	18,1	16,4	16,9	17,3	16,5	17,6	19,1	17,6	17,6
11:00	18,2	19,3	18,6	19,7	18,3	18,4	17,3	18,2	16,5	18,1	16,4	17,0	17,7	19,0	20,1	17,0	18,5	18,5	18,9	19,0	17,9	18,6	18,5	17,2	17,4	17,1	17,3	18,3	19,8	17,9	18,2
12:00	19,9	18,8	19,5	20,9	18,3	18,8	18,0	18,9	16,8	17,9	16,8	17,9	18,1	19,3	26,2	18,1	18,7	19,8	19,3	19,3	18,8	18,8	19,2	18,2	18,1	17,3	17,9	20,1	19,9	18,5	18,9
13:00	19,0	17,9	19,8	21,3	18,6	18,2	19,0	18,9	16,7	17,4	16,5	18,5	18,4	20,7	21,9	19,1	19,3	20,2	18,7	18,6	19,4	18,9	18,4	18,9	19,6	17,5	18,3	20,0	19,4	18,7	18,9
14:00	18,7	18,3	19,7	20,7	19,3	18,2	18,8	18,8	16,9	16,8	16,2	18,2	17,2	20,7	20,9	18,8	20,9	21,7	18,9	18,3	19,6	18,0	18,1	18,2	18,7	17,5	18,4	20,6	18,0	19,1	18,8
15:00	17,6	17,8	19,6	19,0	19,4	17,9	19,1	18,7	16,6	16,5	16,3	17,3	17,4	20,5	20,4	18,4	22,2	20,4	18,3	18,1	18,9	17,5	17,5	17,8	18,0	17,4	19,2	23,8	17,8	20,1	18,7
16:00	17,7	17,4	18,4	18,4	18,9	17,7	18,8	17,9	16,3	16,3	16,1	16,8	16,8	19,6	17,8	17,6	21,3	18,7	17,6	17,8	17,7	17,1	16,6	16,8	17,7	17,1	18,9	21,0	17,4	18,4	17,9
17:00	17,1	17,1	17,8	17,5	18,1	17,0	17,6	16,6	16,3	16,2	16,0	16,4	16,4	18,8	17,0	17,4	18,4	17,8	17,4	17,0	17,7	16,5	16,1	16,4	17,0	16,6	17,5	17,6	17,2	17,7	17,1
18:00	16,9	16,9	17,8	17,5	17,5	17,0	16,8	16,6	16,4	15,7	15,9	16,2	16,3	18,4	16,6	16,9	17,3	17,3	17,1	16,8	17,4	16,2	16,0	16,0	16,6	16,6	16,8	16,7	16,4	16,6	16,8
19:00	17,0	16,9	17,5	17,3	17,2	16,9	16,6	16,8	16,2	15,3	15,9	16,0	16,1	18,0	16,7	16,4	17,1	17,3	17,2	16,8	17,4	16,0	16,0	16,2	16,5	16,1	16,5	16,9	16,5	16,5	16,6
20:00	16,9	16,5	17,2	17,3	17,2	16,8	16,5	16,7	16,3	15,8	16,1	16,3	16,1	17,6	16,6	16,6	17,2	17,1	17,3	16,5	17,1	16,0	16,0	15,7	16,4	16,0	16,3	16,5	16,0	16,6	16,6
21:00	16,8	16,4	17,4	17,3	17,1	16,7	16,4	16,3	16,1	16,1	16,0	15,8	16,2	17,4	16,3	16,5	17,2	16,9	16,9	16,4	16,7	15,9	15,7	15,4	16,5	15,9	16,3	16,4	16,0	16,3	16,4
22:00	16,5	16,4	17,3	16,9	17,2	16,7	16,5	16,1	16,1	16,0	16,1	15,8	16,2	17,5	16,6	16,2	17,1	16,9	16,8	16,2	16,6	16,2	15,7	15,4	16,7	15,9	15,9	16,2	16,0	16,0	16,4
23:00	16,5	16,4	17,2	16,7	17,2	16,7	16,5	16,0	15,9	16,1	16,3	15,7	15,9	17,2	16,5	16,2	17,0	16,9	16,7	16,4	16,5	16,2	15,7	15,4	16,7	16,0	15,8	16,0	15,7	15,7	16,3
Promedios diarios	17,0	17,0	17,4	17,8	17,6	17,2	17,0	16,8	16,0	16,2	16,1	16,3	16,3	17,6	17,7	16,7	17,5	17,4	17,3	17,1	17,2	17,0	16,7	16,2	16,6	16,6	16,7	17,3	16,9	16,8	16,9

HUMEDAD RELATIVA (%) – MES 1 (10/06/2019 – 09/07/2019)

Hora	Fecha	10/06/2019	11/06/2019	12/06/2019	13/06/2019	14/06/2019	15/06/2019	16/06/2019	17/06/2019	18/06/2019	19/06/2019	20/06/2019	21/06/2019	22/06/2019	23/06/2019	24/06/2019	25/06/2019	26/06/2019	27/06/2019	28/06/2019	29/06/2019	30/06/2019	01/07/2019	02/07/2019	03/07/2019	04/07/2019	05/07/2019	06/07/2019	07/07/2019	08/07/2019	09/07/2019	Promedios horarios
0:00		92,6	94,7	95,6	86,1	92,1	89,4	90,5	94,0	95,0	96,9	92,8	94,6	95,5	92,1	83,3	90,2	88,7	87,9	89,3	91,7	95,9	96,9	94,6	96,4	95,4	86,9	94,3	94,3	92,9	96,3	92,6
1:00		93,4	95,5	96,0	88,6	91,8	89,0	91,2	94,3	96,0	97,3	95,0	95,7	95,8	92,8	86,0	91,0	89,6	89,6	92,8	91,8	96,2	97,0	94,7	96,9	95,5	87,8	93,4	96,1	95,5	96,4	93,4
2:00		93,8	95,5	96,7	87,5	90,5	92,5	92,5	95,0	96,7	97,4	96,9	96,2	96,0	93,1	86,1	91,6	89,3	90,6	93,8	93,0	96,9	95,6	94,1	97,1	94,7	88,6	93,3	96,3	96,5	96,8	93,8
3:00		94,1	96,2	97,1	87,2	89,3	94,7	93,2	95,6	96,6	97,1	97,2	95,3	96,3	93,4	87,6	90,8	89,8	90,9	93,1	94,1	97,0	95,9	94,9	97,2	94,8	90,3	93,5	96,2	96,3	97,0	94,1
4:00		94,3	96,9	97,2	87,0	89,4	95,1	94,4	96,3	97,3	96,4	96,7	94,3	96,1	93,2	88,6	90,2	90,1	92,5	91,1	95,0	97,7	97,1	95,4	96,9	95,7	91,8	94,2	96,2	96,2	96,3	94,3
5:00		94,3	97,2	97,3	86,8	89,3	94,0	95,8	97,1	97,0	97,3	96,6	93,3	94,9	92,7	94,3	89,4	90,4	94,1	89,5	94,9	97,6	97,2	95,8	96,2	96,8	91,2	94,2	96,3	95,1	93,7	94,3
6:00		94,1	96,0	96,8	86,8	87,4	93,6	96,7	97,0	96,7	97,3	96,2	95,2	94,0	91,9	98,0	91,4	89,8	92,6	90,3	93,6	96,7	96,1	96,1	96,2	96,1	90,3	94,4	95,7	93,0	92,1	94,1
7:00		92,9	95,2	94,4	86,3	86,2	91,5	96,8	96,5	96,4	96,5	93,9	96,4	93,7	88,9	97,8	93,8	88,4	92,2	87,9	92,1	95,8	95,3	94,5	95,1	91,4	89,4	93,9	93,8	92,2	88,5	92,9
8:00		90,7	90,7	91,2	85,0	85,1	87,8	94,8	95,5	95,8	94,9	94,8	95,5	92,3	86,6	92,7	93,0	86,9	88,7	85,3	90,1	94,3	92,7	88,6	91,8	86,5	88,3	92,2	92,5	89,8	86,8	90,7
9:00		88,3	89,3	88,4	84,1	82,1	85,4	92,3	94,2	95,1	93,3	95,0	94,6	91,6	84,5	85,7	88,5	86,0	85,6	81,9	86,4	92,2	90,2	85,4	89,0	84,0	87,7	89,4	87,5	86,3	86,0	88,3
10:00		86,3	81,8	86,1	81,7	81,9	85,8	89,2	92,1	93,9	88,3	92,2	93,6	88,4	81,4	80,8	86,7	82,9	83,3	81,8	83,5	91,5	89,2	83,9	88,9	84,9	87,3	90,5	86,7	79,7	84,5	86,3
11:00		83,6	81,3	81,6	74,7	81,0	85,0	89,5	83,6	92,1	85,1	95,1	89,3	83,2	77,4	74,7	86,5	79,0	80,1	79,3	81,8	87,7	87,9	81,1	85,7	82,4	88,4	87,7	84,9	77,2	81,7	83,6
12:00		79,3	83,9	78,1	71,3	81,0	83,6	85,4	80,7	89,1	87,6	94,3	84,2	80,1	74,3	58,3	81,2	78,9	73,6	78,5	79,4	82,9	86,4	78,7	80,5	79,6	88,3	86,5	78,0	76,7	78,3	80,7
13:00		83,2	86,6	75,7	69,9	79,8	86,1	82,3	80,3	87,7	89,6	94,1	82,1	81,3	68,9	66,9	74,4	77,2	72,3	80,2	81,4	80,3	86,9	84,5	79,8	74,2	87,8	84,9	76,6	79,0	77,5	80,3
14:00		83,1	86,5	76,6	71,9	76,3	85,1	82,3	80,6	88,8	91,7	95,6	83,9	86,1	69,1	68,0	74,7	70,3	67,2	79,4	83,1	80,0	88,7	86,0	83,0	78,7	87,5	83,5	74,1	83,5	75,3	80,6
15:00		88,5	87,5	75,0	80,3	77,0	84,6	80,8	81,1	91,7	90,9	94,5	86,8	86,5	70,9	68,8	76,6	65,9	72,5	83,1	84,3	82,8	91,0	86,8	83,6	80,2	88,6	81,1	63,7	84,1	71,7	81,1
16:00		87,9	90,4	80,6	81,1	77,8	86,4	81,6	83,9	92,8	90,6	94,2	89,0	88,7	72,9	78,4	81,5	67,8	78,6	83,7	87,0	88,5	92,6	92,2	88,4	80,4	88,8	82,9	71,2	85,9	76,3	83,9
17:00		90,4	92,7	85,1	87,3	81,5	90,3	87,1	91,0	92,3	89,1	94,7	90,4	90,0	75,3	79,8	83,1	79,8	81,6	86,2	90,5	88,4	94,6	94,1	91,8	82,0	92,0	87,9	83,2	87,7	80,4	87,2
18:00		91,8	92,1	84,5	87,2	86,6	90,0	90,0	92,0	90,4	91,9	95,0	91,4	90,2	76,7	82,1	86,4	85,0	83,1	87,4	91,9	90,8	95,8	94,6	92,8	86,0	92,1	90,8	88,2	91,5	85,0	89,0
19:00		92,2	94,3	85,1	88,0	88,5	91,6	93,1	92,3	93,3	94,7	95,3	92,6	92,2	78,2	82,7	88,9	84,9	83,4	88,3	93,9	91,2	96,1	94,6	91,0	87,0	94,7	92,1	88,1	91,6	87,7	90,2
20:00		91,6	95,2	89,5	88,8	88,8	90,5	94,3	91,9	94,0	94,6	94,0	91,7	91,0	79,5	83,8	87,6	84,6	85,1	87,6	95,6	91,7	95,4	94,7	94,0	87,8	95,0	92,7	89,3	94,6	89,6	90,8
21:00		92,6	95,0	85,4	88,9	88,3	90,3	94,8	92,8	95,7	94,2	94,4	93,5	90,9	80,9	86,0	87,7	84,9	86,9	89,9	95,9	95,2	96,0	95,7	94,2	87,8	95,9	92,9	90,0	94,8	90,2	91,3
22:00		94,3	94,7	87,8	92,0	86,6	91,3	93,6	93,9	95,4	93,6	94,4	94,3	89,0	81,6	85,5	88,4	85,5	87,2	90,7	96,3	96,3	94,1	95,5	96,0	86,8	95,2	94,4	90,9	94,2	94,3	91,7
23:00		94,8	94,0	88,1	92,8	88,8	91,2	93,9	94,3	96,1	93,5	93,2	95,2	90,9	82,6	87,3	88,2	86,3	87,7	91,6	95,8	96,6	94,5	95,2	96,7	86,8	94,1	95,1	91,5	95,2	95,3	92,2
Promedios diarios		90,3	91,8	87,9	84,2	85,3	89,4	90,7	91,1	94,0	93,3	94,8	92,0	90,6	82,5	82,6	86,7	83,4	84,5	86,8	90,1	91,8	93,5	91,3	91,6	87,3	90,3	90,7	87,6	89,6	87,4	89,1

TEMPERATURA (°C) – MES 2 (10/07/2019 – 09/08/2019)

Hora \ Día	10/07/2019	11/07/2019	12/07/2019	13/07/2019	14/07/2019	15/07/2019	16/07/2019	17/07/2019	18/07/2019	19/07/2019	20/07/2019	21/07/2019	22/07/2019	23/07/2019	24/07/2019	25/07/2019	26/07/2019	27/07/2019	28/07/2019	29/07/2019	30/07/2019	31/07/2019	01/08/2019	02/08/2019	03/08/2019	04/08/2019	05/08/2019	06/08/2019	07/08/2019	08/08/2019	09/08/2019	Promedios horarios
0:00	15,8	16,6	15,6	15,1	15,6	15,5	15,3	15,5	15,4	15,4	15,4	15,7	15,2	14,9	15,5	14,8	14,8	14,0	14,7	13,7	14,2	14,6	14,9	14,4	14,7	14,2	14,4	14,1	14,3	14,3	14,8	14,9
1:00	15,7	16,6	15,7	14,9	14,9	15,1	15,3	15,1	15,2	15,1	15,4	15,7	15,0	14,5	15,3	14,6	14,6	13,9	14,4	13,6	13,7	14,5	14,9	14,1	14,2	13,8	14,3	13,7	14,1	14,2	14,7	14,7
2:00	15,7	16,5	15,5	14,7	14,6	14,9	15,3	14,9	15,0	14,6	15,4	15,4	15,0	14,4	15,1	14,7	14,2	13,7	13,9	13,4	13,6	14,2	14,6	14,0	13,9	14,2	14,0	13,7	13,8	14,1	14,7	14,6
3:00	15,7	16,4	15,4	14,6	14,4	15,1	15,0	14,7	14,8	14,5	15,3	15,4	14,9	14,4	15,2	14,7	14,0	13,5	13,4	13,3	13,5	14,1	14,4	13,6	13,9	13,8	13,7	13,7	13,6	14,1	14,7	14,4
4:00	15,3	16,2	15,3	14,6	14,5	15,1	15,0	14,6	14,7	14,6	15,3	15,4	14,9	14,4	15,0	14,7	13,9	13,4	13,3	13,4	13,6	14,1	14,4	13,7	14,0	13,7	13,6	13,5	13,8	14,3	14,6	14,4
5:00	15,0	16,2	15,4	15,0	14,7	15,3	15,0	14,8	14,6	14,7	15,3	15,1	14,9	14,4	14,9	14,6	13,9	13,5	13,4	13,7	13,8	14,3	14,4	13,8	14,1	13,7	13,6	13,6	13,9	14,4	14,7	14,5
6:00	14,9	16,3	15,5	15,1	14,8	15,4	15,2	14,9	15,0	14,9	15,4	14,8	14,9	14,8	15,0	14,8	14,0	13,7	13,5	13,9	13,9	14,3	14,4	13,7	14,0	13,7	13,4	13,6	14,1	14,8	15,0	14,6
7:00	15,3	16,4	15,9	15,6	15,1	16,0	15,4	15,2	15,4	15,3	15,5	15,0	15,3	15,2	15,3	15,2	14,5	13,9	13,7	14,3	14,5	14,9	14,7	14,1	14,4	13,9	13,4	13,8	14,5	15,4	15,1	14,9
8:00	15,6	16,9	16,4	16,4	15,2	16,1	15,6	16,5	16,2	15,5	16,1	16,1	15,5	15,4	15,9	15,6	15,3	14,7	14,5	14,6	15,2	15,2	15,0	14,3	15,4	14,2	13,9	14,3	15,3	16,6	15,4	15,4
9:00	16,1	17,1	16,3	17,0	16,1	15,9	15,8	17,9	16,5	16,1	16,1	17,3	15,7	16,6	16,5	15,3	15,6	15,2	15,3	15,2	16,3	16,0	15,2	14,4	15,9	14,5	14,4	14,6	16,6	17,3	15,8	16,0
10:00	16,5	16,9	16,9	17,7	16,5	15,8	16,3	18,7	16,8	16,3	15,9	17,5	16,0	17,1	17,3	15,7	16,2	15,8	16,3	15,9	18,0	16,5	15,9	15,1	16,1	14,8	15,4	15,8	17,3	18,2	15,5	16,5
11:00	17,7	17,2	17,5	17,8	17,0	16,6	16,2	19,0	17,6	16,5	16,3	17,3	15,9	16,9	17,1	16,5	17,4	16,9	17,4	16,8	17,9	17,4	17,2	15,7	16,6	15,3	17,4	15,6	17,2	19,2	15,4	17,0
12:00	18,4	18,5	17,7	18,2	17,5	17,3	16,0	18,0	18,0	16,5	16,9	17,4	16,9	17,5	17,4	17,5	17,6	17,4	18,4	15,8	17,4	17,7	17,2	17,6	17,6	16,3	18,5	15,9	18,1	19,2	15,9	17,4
13:00	18,8	19,9	17,8	17,6	17,6	17,7	16,5	18,9	17,9	16,8	18,5	17,0	17,5	18,2	16,4	18,4	20,0	17,3	17,8	16,0	17,8	17,6	17,0	19,6	18,3	16,5	19,1	15,7	18,0	19,8	15,9	17,8
14:00	18,9	22,7	17,7	17,7	17,5	17,7	16,7	21,3	17,1	17,2	18,6	17,5	17,7	17,5	15,8	22,8	23,0	18,0	17,1	15,8	17,6	17,4	17,2	24,2	17,8	17,2	17,6	15,8	17,2	18,2	16,6	18,2
15:00	18,6	23,7	17,1	17,5	17,4	17,8	16,8	18,6	17,2	17,1	18,7	16,9	17,4	17,1	16,0	22,4	24,9	17,6	16,6	15,2	16,6	16,9	16,5	24,5	17,5	17,8	16,5	15,8	16,8	17,4	16,1	18,0
16:00	18,4	20,8	16,9	17,5	16,6	17,6	16,7	17,3	16,8	16,9	18,0	16,6	17,0	16,2	15,7	21,0	18,2	16,2	15,8	14,6	16,4	16,9	16,1	21,4	16,4	16,1	15,8	15,7	15,9	16,5	15,8	17,0
17:00	17,3	17,8	15,8	16,3	15,8	16,7	16,0	16,6	15,9	16,2	16,6	16,1	16,6	16,0	15,4	16,7	16,4	15,6	15,3	14,0	15,8	15,7	15,5	19,4	16,0	15,4	15,4	15,2	15,4	15,8	15,2	16,1
18:00	16,9	17,1	15,8	15,7	15,2	16,2	15,7	16,2	15,7	16,0	15,8	15,9	16,3	15,5	15,2	15,9	15,7	15,2	15,0	13,6	15,1	15,4	14,9	15,7	15,3	15,1	15,2	15,1	15,3	15,5	15,1	15,6
19:00	16,9	16,9	16,1	15,7	15,4	16,1	15,5	16,3	15,5	16,1	15,8	15,4	16,0	15,2	15,0	15,9	15,7	15,2	14,6	13,6	15,1	15,5	15,0	15,7	15,3	15,1	15,0	15,0	15,1	15,1	14,9	15,5
20:00	17,2	16,6	16,1	15,6	15,5	15,7	15,7	16,1	15,0	15,8	15,9	15,5	16,0	15,5	15,3	15,5	15,4	15,1	14,3	13,7	14,9	15,6	14,9	15,1	14,9	15,0	14,9	14,7	15,1	14,9	14,9	15,4
21:00	16,9	16,4	15,7	15,5	15,6	15,4	16,0	15,7	15,1	15,7	16,0	15,4	15,9	15,4	15,1	15,3	15,2	15,2	14,1	13,8	15,1	15,3	14,7	15,0	14,9	15,0	14,6	14,6	14,7	15,1	15,1	15,3
22:00	16,7	16,2	15,3	15,4	15,5	15,2	15,9	15,4	15,2	15,6	15,8	15,3	15,9	15,5	15,0	15,0	14,6	15,2	14,0	13,9	14,9	15,1	14,5	14,9	14,2	14,9	14,7	14,5	14,5	15,2	15,2	15,1
23:00	16,8	15,7	15,2	15,5	15,5	15,2	15,6	15,4	15,3	15,5	15,7	15,3	15,3	15,6	14,8	15,0	14,4	14,9	14,0	14,1	14,9	15,0	14,6	14,8	14,4	14,9	14,5	14,2	14,5	15,3	15,1	15,1
Promedios diarios	16,7	17,6	16,2	16,1	15,8	16,1	15,8	16,6	15,9	15,8	16,2	16,0	15,9	15,8	15,6	16,4	16,2	15,2	15,0	14,4	15,4	15,6	15,3	16,2	15,4	15,0	15,1	14,7	15,4	16,0	15,3	15,8

HUMEDAD RELATIVA (%) – MES 2 (10/07/2019 – 09/08/2019)

Hora \ Día	10/07/2019	11/07/2019	12/07/2019	13/07/2019	14/07/2019	15/07/2019	16/07/2019	17/07/2019	18/07/2019	19/07/2019	20/07/2019	21/07/2019	22/07/2019	23/07/2019	24/07/2019	25/07/2019	26/07/2019	27/07/2019	28/07/2019	29/07/2019	30/07/2019	31/07/2019	01/08/2019	02/08/2019	03/08/2019	04/08/2019	05/08/2019	06/08/2019	07/08/2019	08/08/2019	09/08/2019	Promedios horarios
0:00	94,6	88,4	93,3	96,5	92,7	89,4	94,4	95,7	92,0	91,8	92,3	89,7	95,6	96,9	91,0	92,9	92,3	95,3	92,2	93,7	93,4	87,9	88,6	92,0	90,5	93,2	93,7	94,2	94,6	94,7	90,0	92,7
1:00	94,5	88,3	91,4	96,7	95,8	90,5	95,2	97,4	93,4	93,3	90,9	90,3	96,3	97,3	93,3	93,8	93,7	95,4	92,8	94,7	95,4	88,8	88,6	93,6	92,2	94,7	94,7	96,1	95,5	95,0	90,3	93,5
2:00	94,1	89,5	93,5	96,7	95,1	92,1	95,5	97,3	93,5	95,4	90,3	92,0	96,7	97,5	95,0	92,8	94,3	95,4	95,9	94,7	95,5	90,7	90,1	93,9	93,7	94,1	96,3	96,9	96,8	93,2	89,7	94,1
3:00	94,1	89,8	93,7	94,9	94,8	90,8	97,2	97,5	94,0	95,9	91,1	91,9	96,5	97,4	94,6	92,1	94,8	95,0	96,4	95,2	95,0	90,8	92,4	95,2	93,7	95,8	97,3	97,1	96,8	92,5	89,4	94,3
4:00	95,9	90,4	93,5	94,4	94,4	91,2	98,0	97,2	94,5	94,5	90,8	92,3	96,4	97,4	94,0	92,0	94,9	95,3	96,3	94,6	94,6	91,3	92,1	95,3	93,7	96,6	97,6	97,7	96,5	92,1	89,7	94,4
5:00	96,4	90,9	93,7	92,2	93,1	91,1	97,7	96,0	94,7	93,2	90,9	94,0	96,3	96,9	95,1	93,9	94,4	95,5	96,8	92,2	93,3	89,6	91,6	95,4	93,3	97,1	97,6	97,3	95,8	91,1	89,8	94,1
6:00	96,7	89,9	93,6	89,5	92,8	92,1	97,9	95,9	93,0	91,6	90,6	95,6	96,3	95,6	94,3	92,5	94,7	93,6	96,9	91,0	92,3	89,4	91,9	95,4	93,2	97,5	97,7	97,4	94,3	89,4	89,4	93,6
7:00	96,3	89,5	93,0	86,9	92,5	90,1	97,8	94,8	90,9	90,1	89,6	95,9	96,2	93,9	92,1	91,4	91,4	94,3	95,2	88,9	89,9	87,6	90,6	94,4	91,0	97,2	97,7	96,7	90,7	89,6	89,0	92,4
8:00	94,5	88,4	91,4	84,8	92,9	90,7	96,6	89,8	87,8	89,5	88,4	91,4	95,7	92,5	88,4	90,9	88,7	90,1	91,9	87,4	85,6	86,7	89,0	92,9	87,5	96,4	95,7	93,9	86,4	83,1	86,9	90,2
9:00	93,0	87,5	91,4	82,6	88,5	91,5	95,6	85,5	85,6	87,3	90,1	85,2	94,8	89,3	86,6	92,2	86,6	87,0	87,8	85,0	78,5	83,6	87,7	93,4	86,8	95,1	93,4	92,0	82,5	79,9	86,0	88,1
10:00	90,1	88,8	89,0	80,8	85,4	92,7	94,4	82,2	84,2	86,1	92,8	84,7	93,9	87,2	83,7	89,0	83,2	83,7	83,4	81,3	71,7	80,2	85,2	90,1	84,9	93,9	89,3	87,1	79,3	75,6	88,6	85,9
11:00	85,8	87,5	86,1	80,2	82,9	88,1	94,8	79,3	80,9	83,8	92,6	87,5	93,6	88,0	84,7	85,5	78,6	80,7	79,1	79,4	71,9	76,1	79,9	87,5	83,0	90,5	82,2	87,7	80,8	72,3	89,0	83,9
12:00	81,0	82,7	85,5	79,9	80,2	85,4	95,1	83,1	80,7	84,0	88,9	86,9	88,1	84,3	85,0	80,4	78,1	78,3	74,8	84,4	77,4	75,5	80,7	78,9	79,2	86,5	75,0	86,4	77,3	73,3	87,0	82,1
13:00	78,6	77,7	84,6	81,9	79,8	83,2	92,3	80,0	81,3	81,8	81,1	87,7	85,3	81,7	88,9	75,8	70,0	78,2	77,3	82,6	75,6	75,4	80,8	70,8	76,1	86,6	75,0	87,8	78,1	71,3	86,8	80,5
14:00	77,8	67,5	85,4	79,7	80,9	82,9	90,0	71,3	84,3	80,7	80,0	85,9	83,9	85,3	89,6	61,8	60,0	76,0	79,9	82,8	74,2	76,7	79,3	56,0	77,4	83,4	80,6	84,8	82,1	75,9	83,3	78,7
15:00	77,8	64,4	87,9	79,4	81,8	83,6	88,7	79,4	81,9	81,6	77,6	87,7	85,5	87,2	89,3	62,9	54,2	77,0	82,0	87,0	77,9	79,2	82,3	54,3	78,3	79,8	84,2	84,4	83,1	78,6	85,8	79,5
16:00	78,4	73,5	87,3	81,0	85,6	82,5	87,0	86,0	82,3	82,3	78,9	88,1	85,5	89,3	89,9	68,5	75,6	82,8	85,2	88,4	79,0	78,4	84,6	62,7	83,6	85,6	87,0	85,3	86,3	83,8	85,3	82,6
17:00	84,4	84,0	93,2	87,9	90,3	85,0	89,1	88,8	86,8	88,2	83,8	90,3	86,5	90,1	91,0	84,7	82,1	85,6	87,9	90,1	83,1	82,3	88,2	69,2	85,2	89,2	88,9	86,5	89,6	84,7	87,7	86,6
18:00	87,8	87,6	93,8	91,3	92,7	88,7	92,2	91,1	90,9	88,9	86,2	91,7	88,3	93,0	92,8	87,9	85,2	88,8	89,7	93,8	86,3	83,1	91,5	83,2	88,1	90,1	90,4	89,0	87,7	86,6	91,5	89,4
19:00	89,7	88,2	93,0	91,4	90,9	91,6	94,1	90,3	90,9	88,4	87,4	94,5	89,6	94,0	93,2	88,7	87,3	89,4	92,0	94,3	84,1	82,6	91,2	84,2	88,2	90,2	90,3	90,2	90,6	90,0	93,8	90,1
20:00	86,7	88,9	92,1	93,2	89,6	94,2	94,8	91,1	93,3	90,8	88,5	94,4	91,0	90,5	92,5	90,0	89,5	90,0	93,1	94,6	86,7	83,9	90,5	87,5	89,8	91,2	90,2	92,0	89,3	90,8	93,1	90,8
21:00	88,0	90,0	93,4	94,2	89,5	94,8	93,0	93,1	93,0	90,8	87,6	95,7	92,8	90,6	92,5	90,6	90,6	90,3	93,7	95,8	85,1	86,1	91,4	88,8	90,0	91,8	91,6	92,0	92,5	90,5	91,1	91,3
22:00	88,7	91,3	95,6	94,2	89,8	95,9	93,3	92,8	91,9	90,9	88,7	95,7	92,9	90,7	92,3	92,8	92,3	90,7	93,2	94,0	86,6	86,6	92,3	89,2	92,2	92,1	90,8	93,9	93,1	89,7	90,5	91,8
23:00	88,1	93,8	96,6	93,3	89,8	95,2	95,0	92,7	91,7	93,3	88,8	95,5	96,0	90,3	93,0	93,1	93,9	92,0	92,9	93,2	85,8	88,5	91,8	90,3	92,1	92,5	92,6	94,8	93,8	89,0	90,1	92,2
Promedios diarios	88,9	85,8	91,3	88,5	89,2	89,7	94,2	89,5	88,9	88,9	87,8	91,0	92,2	91,5	91,0	86,5	85,3	88,4	89,4	90,0	85,0	84,2	88,0	84,8	87,7	91,7	90,4	91,7	88,9	85,5	88,9	88,9

TEMPERATURA (°C) – MES 3 (10/08/2019 – 09/09/2019)

Hora \ Día	10/08/2019	11/08/2019	12/08/2019	13/08/2019	14/08/2019	15/08/2019	16/08/2019	17/08/2019	18/08/2019	19/08/2019	20/08/2019	21/08/2019	22/08/2019	23/08/2019	24/08/2019	25/08/2019	26/08/2019	27/08/2019	28/08/2019	29/08/2019	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	03/09/2019	04/09/2019	05/09/2019	06/09/2019	07/09/2019	08/09/2019	09/09/2019	Promedios horarios
0:00	15,0	14,6	14,3	14,9	14,6	15,3	14,2	15,0	14,7	14,4	14,3	14,7	15,0	15,6	15,4	14,8	14,2	14,6	16,0	15,3	15,2	15,0	15,2	15,0	15,8	15,6	15,4	15,3	15,5	15,4	15,8	15,0
1:00	14,7	14,5	14,0	14,7	14,7	15,1	14,0	14,4	14,8	14,0	14,1	14,6	14,9	15,2	14,8	14,3	14,1	14,5	15,6	15,2	15,1	15,0	15,2	14,7	15,4	15,4	15,0	15,0	15,2	15,3	15,8	14,8
2:00	14,2	14,4	14,0	14,7	14,4	14,7	13,7	14,1	14,6	14,0	13,8	14,4	15,1	15,2	14,5	14,2	14,1	14,3	15,4	15,1	15,0	14,9	15,1	14,9	15,2	15,5	15,0	14,9	15,3	15,3	15,7	14,7
3:00	13,7	14,1	13,7	14,4	14,5	14,3	13,8	14,0	14,4	13,9	13,9	14,4	15,1	15,0	14,4	14,1	14,1	14,3	15,1	15,0	14,9	14,6	14,9	14,7	14,8	14,9	15,0	15,1	15,1	15,2	15,7	14,6
4:00	13,5	14,0	13,6	14,4	14,6	14,4	13,7	13,9	14,4	14,0	13,8	14,4	15,0	15,1	14,4	14,0	14,3	14,2	15,1	14,9	14,5	14,4	14,7	14,7	14,8	15,0	15,0	15,0	14,7	15,0	15,3	14,5
5:00	13,6	13,9	13,6	14,2	14,5	14,2	13,7	13,9	14,6	14,0	13,8	14,6	14,9	14,7	14,3	14,0	14,4	14,2	15,1	15,0	14,1	14,5	14,6	14,9	14,8	14,8	15,2	15,0	14,4	14,9	14,8	14,4
6:00	13,8	14,1	13,6	14,2	14,3	14,2	13,8	13,8	14,6	14,3	14,0	14,9	14,8	14,7	14,5	13,9	14,2	14,3	15,2	14,8	14,2	14,6	14,7	15,0	14,9	14,8	15,5	15,1	14,5	14,9	14,8	14,5
7:00	14,0	14,5	14,1	14,7	14,3	14,7	14,4	14,0	14,5	15,0	14,5	15,5	15,5	14,9	14,5	14,1	14,1	14,7	15,6	14,8	14,5	15,1	15,4	15,6	15,3	15,1	15,6	15,5	15,1	15,5	14,9	14,8
8:00	14,4	15,1	14,5	15,2	14,7	15,1	15,6	15,0	14,9	15,8	15,0	16,4	16,4	15,6	15,3	14,6	14,7	15,4	16,4	15,1	15,1	15,6	15,7	16,5	15,7	16,0	15,9	16,1	16,0	16,2	15,1	15,5
9:00	15,0	15,7	14,9	16,0	15,8	15,7	16,2	16,0	15,1	16,5	15,2	17,1	17,7	17,5	16,0	14,9	15,6	15,7	17,0	15,8	15,3	15,3	16,3	17,4	17,9	15,8	16,7	16,6	15,6	17,5	15,4	16,1
10:00	15,1	16,7	15,6	16,7	16,1	15,7	16,5	16,3	15,7	17,4	16,9	19,1	19,0	19,8	15,8	15,5	15,5	16,3	17,3	17,0	16,5	17,4	17,5	17,9	17,4	16,7	16,9	17,2	16,7	17,2	15,6	16,8
11:00	16,1	17,9	16,0	16,9	17,5	16,2	16,7	16,7	17,1	19,4	18,1	18,4	20,3	19,8	16,6	16,3	16,8	17,3	18,7	16,9	18,3	19,9	19,4	18,3	17,6	19,0	18,0	17,9	17,3	18,7	16,2	17,8
12:00	16,9	17,7	16,6	18,2	19,1	16,4	16,3	16,9	16,6	20,9	18,8	20,6	20,7	20,4	17,3	16,5	16,7	18,3	19,4	17,0	19,7	21,8	20,0	19,9	20,6	20,5	18,7	18,8	19,2	19,0	16,7	18,6
13:00	17,5	17,3	16,5	22,4	23,7	15,5	16,3	17,5	17,3	24,2	20,0	25,0	25,7	24,7	17,8	17,0	16,5	19,1	20,6	17,7	20,6	25,0	22,3	22,4	23,4	21,7	18,4	18,4	21,7	21,5	17,7	20,2
14:00	17,5	16,5	16,3	24,2	20,1	15,3	16,8	18,1	17,1	23,9	20,8	25,4	25,8	24,8	17,6	17,4	16,8	19,1	20,2	17,9	23,5	26,1	23,3	23,3	23,7	22,5	20,2	17,8	20,8	20,2	17,9	20,4
15:00	17,7	16,2	16,5	24,7	17,7	15,1	16,3	17,4	16,9	23,4	21,8	24,6	23,7	25,4	16,8	16,6	16,5	18,4	21,0	17,0	23,2	24,3	21,8	20,4	25,0	23,1	19,1	16,9	18,5	20,3	18,7	19,8
16:00	17,2	15,5	16,2	23,4	17,3	14,9	15,4	16,8	16,0	18,3	17,1	21,9	22,2	24,4	16,7	15,7	15,9	17,1	18,3	16,1	21,8	18,5	18,0	18,0	22,2	19,4	21,6	16,4	17,6	20,7	17,6	18,3
17:00	16,1	15,0	15,7	18,6	16,3	14,6	15,3	15,9	15,3	16,7	16,4	17,0	19,2	18,8	15,7	14,9	15,6	16,7	17,3	15,7	19,6	17,1	16,5	16,6	17,3	17,5	19,7	16,2	16,4	19,4	16,6	16,8
18:00	15,3	15,1	15,6	16,0	15,8	14,8	14,9	15,6	14,9	16,0	15,7	16,3	16,3	16,1	15,3	14,7	15,1	16,4	16,3	15,4	16,3	16,3	15,7	16,4	16,7	16,5	16,3	16,0	16,1	17,8	16,4	15,9
19:00	15,1	14,8	15,3	15,5	15,8	14,5	14,9	15,4	14,9	15,9	15,5	15,9	16,0	16,0	15,1	14,6	14,9	16,2	16,1	15,1	15,8	16,1	15,7	16,0	16,4	16,7	16,2	16,0	16,2	17,0	15,8	15,7
20:00	15,1	14,6	15,3	15,4	15,3	14,4	15,1	15,5	14,9	15,8	15,7	16,1	16,2	15,9	14,9	14,5	14,8	16,5	15,8	15,2	15,5	16,1	15,6	15,9	16,6	16,3	16,1	16,0	15,9	16,6	15,9	15,6
21:00	14,8	14,7	15,1	15,0	15,1	14,2	15,1	15,3	15,1	15,4	15,4	15,6	16,3	15,6	15,2	14,6	14,8	16,6	15,8	15,4	15,3	15,9	15,6	16,2	16,0	16,0	16,0	15,7	15,5	16,3	15,7	15,5
22:00	14,8	14,9	15,0	14,9	15,6	14,2	15,3	15,1	15,1	15,2	15,2	15,3	15,8	15,9	14,7	14,6	14,8	16,5	15,6	15,5	15,1	15,6	15,1	16,2	16,0	15,8	15,6	15,7	15,4	16,1	15,8	15,4
23:00	14,7	14,5	15,0	14,6	15,3	14,3	15,2	15,1	15,0	14,6	15,1	15,3	15,7	15,8	14,7	14,4	14,9	16,4	15,4	15,3	15,2	15,2	15,0	16,2	15,8	15,4	15,5	15,8	15,4	16,0	15,6	15,2
Promedios diarios	15,2	15,3	15,0	16,8	16,1	14,9	15,1	15,5	15,4	16,8	16,0	17,4	17,8	17,8	15,5	15,0	15,1	16,1	16,8	15,8	16,8	17,3	16,8	17,0	17,5	17,1	16,8	16,2	16,4	17,2	16,1	16,3

HUMEDAD RELATIVA (%) – MES 3 (10/08/2019 – 09/09/2019)

Hora	Dia	Promedios diarios																														
		10/08/2019	11/08/2019	12/08/2019	13/08/2019	14/08/2019	15/08/2019	16/08/2019	17/08/2019	18/08/2019	19/08/2019	20/08/2019	21/08/2019	22/08/2019	23/08/2019	24/08/2019	25/08/2019	26/08/2019	27/08/2019	28/08/2019	29/08/2019	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	03/09/2019	04/09/2019	05/09/2019	06/09/2019	07/09/2019	08/09/2019	09/09/2019
0:00	90,4	90,8	94,0	88,4	90,7	92,2	95,3	92,9	91,1	93,9	96,3	92,1	91,1	91,1	92,9	93,6	96,2	91,6	87,9	91,0	92,2	92,9	92,0	91,6	90,3	89,5	92,5	93,8	91,3	92,1	86,7	91,9
1:00	91,6	91,7	94,8	89,1	90,3	92,4	95,9	94,8	91,0	96,4	96,9	93,0	91,4	92,5	94,9	96,3	95,8	91,7	89,5	91,4	92,7	93,2	92,1	93,4	92,0	90,6	94,0	95,9	92,5	92,8	86,6	92,8
2:00	92,6	91,0	94,8	89,2	91,4	95,2	96,1	96,5	91,8	96,9	97,2	93,7	91,1	92,8	96,2	96,6	95,6	93,0	91,0	92,1	93,5	93,8	91,8	92,5	93,1	91,4	93,9	96,4	92,8	92,7	87,9	93,4
3:00	94,0	92,0	94,9	90,5	91,2	96,2	96,1	96,6	93,0	96,8	97,4	93,8	90,7	92,9	96,6	97,0	95,6	92,5	92,4	92,8	93,8	95,3	92,8	93,2	94,3	94,5	93,1	95,3	95,0	93,3	91,6	94,0
4:00	95,9	91,1	94,9	90,5	91,0	96,4	97,0	97,3	92,8	97,0	97,3	93,4	91,1	93,0	96,6	97,3	94,9	92,8	92,1	93,8	95,8	96,8	93,0	91,7	93,5	94,3	93,9	95,3	96,6	93,9	97,6	94,5
5:00	96,4	91,7	95,1	91,1	91,9	96,7	97,5	97,8	92,5	96,9	97,2	92,4	91,0	93,7	96,7	97,5	94,8	93,8	91,7	93,8	97,3	97,1	93,1	91,2	93,6	95,3	92,3	96,2	96,6	95,7	98,7	94,8
6:00	96,0	92,0	94,1	91,2	92,8	96,4	97,2	97,7	92,2	94,7	96,9	91,6	90,9	94,8	96,2	97,3	95,8	93,3	91,9	94,4	97,0	96,5	92,9	89,9	93,0	96,0	91,5	95,4	95,8	95,6	99,3	94,5
7:00	94,1	90,1	92,9	89,8	93,6	95,9	94,2	98,1	92,8	90,5	94,9	90,0	88,8	93,1	95,8	96,5	96,3	92,0	90,5	95,5	96,3	94,6	91,7	87,9	92,6	95,1	92,2	93,6	92,5	93,6	99,5	93,4
8:00	91,7	87,4	92,0	87,4	92,1	94,0	89,3	93,2	90,8	87,4	92,2	85,7	84,8	90,5	93,2	95,1	94,9	89,3	88,2	93,7	93,1	92,3	90,8	84,6	90,0	91,5	91,4	90,5	89,1	89,2	99,6	90,8
9:00	87,9	83,2	89,5	84,2	88,2	90,4	86,5	88,2	90,5	83,7	91,3	82,3	79,1	82,7	88,8	93,8	90,6	88,2	84,9	90,5	94,0	93,6	88,7	81,0	82,7	92,7	86,9	87,4	93,0	83,2	99,7	88,0
10:00	87,0	79,7	84,9	81,9	87,0	91,4	85,1	86,4	89,1	80,3	83,3	74,1	74,2	73,5	89,5	90,7	89,1	86,2	83,5	85,4	88,8	85,8	82,7	78,8	82,2	88,1	85,9	84,3	87,0	85,0	98,9	84,8
11:00	82,6	74,7	82,2	80,7	81,9	87,9	84,9	85,4	83,5	73,6	78,9	75,5	70,3	73,0	85,1	86,1	83,1	84,0	78,6	86,4	80,3	74,8	76,7	77,0	80,8	77,4	81,5	81,0	84,2	79,1	95,6	80,9
12:00	79,4	75,5	81,1	75,8	75,8	88,4	87,1	82,7	86,4	68,5	75,1	68,4	69,0	70,6	81,3	82,2	82,6	78,0	75,0	86,3	75,1	67,7	72,9	70,9	69,8	72,1	78,1	76,3	76,9	76,5	93,2	77,4
13:00	77,2	77,7	81,7	62,0	60,5	91,2	85,4	81,5	83,4	57,3	71,4	54,1	55,2	56,2	78,4	80,6	84,1	76,8	70,9	82,9	70,4	58,1	65,4	62,1	60,9	66,1	78,2	77,6	66,0	67,9	88,8	71,9
14:00	79,1	82,3	82,5	55,3	70,1	91,9	82,4	78,8	82,8	58,7	66,1	53,0	53,6	55,0	78,9	78,4	80,8	75,5	71,4	79,9	60,0	55,2	61,2	59,4	58,5	62,6	71,8	79,5	68,1	71,5	87,3	70,7
15:00	78,8	83,9	80,5	53,5	78,2	92,4	84,2	79,0	82,8	58,9	62,9	55,2	58,5	53,9	83,7	81,6	81,5	77,5	68,2	85,7	60,8	58,7	65,6	68,0	54,6	60,4	75,7	83,9	75,6	69,9	76,6	72,0
16:00	80,4	86,3	80,7	56,3	79,8	91,8	89,6	81,1	88,3	75,5	80,7	62,7	62,9	57,0	84,9	87,8	83,7	82,3	77,9	88,5	63,3	78,0	77,4	76,5	62,4	71,8	67,6	86,7	82,4	69,6	81,5	77,3
17:00	83,8	88,4	82,1	71,4	83,8	93,2	91,7	84,2	90,6	83,8	84,2	81,1	73,4	75,0	88,0	92,4	86,5	84,6	82,0	89,9	70,6	85,8	83,1	80,8	79,2	81,3	72,6	87,8	87,4	72,5	85,0	83,1
18:00	86,8	88,2	84,2	82,9	86,6	93,9	93,3	86,7	93,6	88,2	88,1	84,5	85,5	87,5	89,0	94,1	89,5	86,5	86,4	91,1	83,1	89,0	86,7	82,5	83,6	85,5	87,5	88,5	87,6	78,8	86,0	87,3
19:00	90,4	90,3	85,9	84,6	87,5	94,3	93,9	87,5	93,0	88,8	88,8	86,5	88,0	88,4	90,6	95,4	90,7	88,1	86,2	91,3	87,0	90,1	87,5	85,6	86,2	85,4	87,5	88,5	88,3	81,5	87,6	88,6
20:00	90,4	91,4	86,4	84,6	91,5	94,8	93,5	87,5	93,4	89,9	88,7	86,5	87,4	89,6	91,1	95,4	90,3	87,0	87,6	92,1	88,8	90,7	87,8	86,0	85,9	87,7	88,9	88,8	90,0	83,9	87,9	89,2
21:00	90,6	91,2	87,3	85,6	93,2	95,1	92,5	88,7	92,4	91,6	89,2	88,4	87,3	91,1	90,6	95,5	90,7	85,8	87,9	91,1	90,1	91,6	88,8	85,1	87,9	88,3	89,9	89,8	93,4	84,6	88,4	89,8
22:00	90,3	91,1	87,8	87,5	91,0	95,1	91,8	90,4	91,8	92,5	90,1	89,9	89,9	89,9	93,2	94,6	90,7	86,5	89,0	91,2	92,1	92,3	91,0	85,5	88,9	89,2	90,6	90,6	93,4	85,5	88,5	90,4
23:00	90,2	92,4	87,8	89,7	92,0	94,7	92,2	90,5	91,4	95,3	90,6	89,7	90,4	90,1	92,8	95,7	90,6	86,2	90,1	91,9	91,9	93,8	91,5	86,5	88,9	91,3	92,1	90,0	93,3	85,6	88,9	90,9
Promedios diarios	88,2	87,3	88,0	81,0	86,3	93,4	91,4	89,3	90,0	84,9	87,3	81,6	80,7	82,0	90,2	92,1	90,2	86,8	84,8	90,1	85,3	85,7	84,9	82,6	82,7	84,9	86,2	88,9	87,9	83,9	90,9	86,8

TEMPERATURA (°C) – MES 4 (10/09/2019 – 09/10/2019)

Hora \ Día	10/09/2019	11/09/2019	12/09/2019	13/09/2019	14/09/2019	15/09/2019	16/09/2019	17/09/2019	18/09/2019	19/09/2019	20/09/2019	21/09/2019	22/09/2019	23/09/2019	24/09/2019	25/09/2019	26/09/2019	27/09/2019	28/09/2019	29/09/2019	30/09/2019	01/10/2019	02/10/2019	03/10/2019	04/10/2019	05/10/2019	06/10/2019	07/10/2019	08/10/2019	09/10/2019	Promedios horarios
0:00	15,0	15,5	15,4	14,8	14,9	15,2	15,2	15,2	14,8	15,0	15,7	15,0	15,4	15,5	16,3	16,0	15,5	20,6	20,4	20,9	20,9	19,5	20,0	19,4	20,9	15,5	15,2	15,4	15,3	15,1	16,7
1:00	14,8	15,2	15,2	14,6	14,9	15,0	14,8	14,6	14,5	14,8	15,4	14,7	15,1	15,2	15,8	15,8	15,2	20,2	20,1	20,7	20,7	19,4	19,8	19,3	20,6	15,1	14,9	15,1	14,8	14,9	16,4
2:00	14,4	14,8	15,3	14,4	15,0	15,3	14,6	14,6	14,5	14,8	15,0	14,6	15,0	15,1	15,6	15,8	15,2	20,0	19,9	20,5	20,5	19,3	19,7	19,2	20,5	15,0	14,6	14,8	14,5	14,8	16,2
3:00	14,4	14,9	15,3	14,4	14,9	15,1	14,6	14,5	14,6	14,8	14,8	14,6	14,9	15,1	15,4	15,4	15,0	19,7	19,8	20,3	20,4	19,2	19,6	19,1	20,3	15,0	14,5	14,6	14,4	14,6	16,1
4:00	14,3	14,7	15,1	14,5	14,9	15,0	14,7	14,4	14,3	14,8	14,6	14,5	14,7	14,9	15,6	15,4	15,2	19,5	19,6	20,1	20,2	19,1	19,4	19,0	20,1	14,8	14,6	14,6	14,2	14,4	16,0
5:00	14,4	14,7	15,1	14,4	14,8	14,9	14,7	14,5	14,3	14,8	14,5	14,4	14,7	15,0	15,4	15,2	15,3	19,2	19,4	19,9	20,0	19,0	19,3	18,9	19,9	14,7	14,8	14,7	14,0	14,5	16,0
6:00	14,4	15,0	14,7	14,5	15,1	14,9	14,8	14,7	14,5	14,8	14,6	14,7	14,9	15,0	15,8	15,2	15,7	19,1	19,2	19,7	19,9	18,9	19,2	18,8	19,7	14,7	14,7	14,7	14,2	14,4	16,0
7:00	15,0	15,8	15,0	15,0	15,2	15,0	15,3	15,0	14,9	14,9	15,1	14,8	15,4	15,5	16,4	16,1	16,1	18,9	19,0	19,6	19,8	18,8	19,2	18,7	19,6	15,5	15,4	15,5	14,7	14,5	16,3
8:00	16,3	16,7	16,1	15,4	15,7	15,6	16,6	15,7	15,0	15,6	15,7	15,1	16,5	16,6	16,8	16,3	16,9	18,8	18,9	19,4	19,7	18,7	19,1	18,6	19,4	16,0	15,9	16,0	15,6	15,1	16,8
9:00	17,1	17,3	17,2	15,6	16,3	17,0	18,0	16,2	15,0	17,0	16,2	15,7	16,4	17,6	17,2	17,1	18,3	18,7	18,9	19,3	19,6	18,7	19,0	18,6	19,3	16,7	17,3	17,0	17,0	15,6	17,4
10:00	18,0	18,1	17,3	15,9	16,3	17,9	18,8	16,3	15,5	19,9	17,5	16,0	18,2	19,5	18,0	19,7	20,2	18,8	19,0	19,3	19,6	18,7	18,9	18,6	19,3	19,0	17,5	18,6	18,4	16,8	18,2
11:00	17,8	18,6	18,3	16,1	17,8	18,5	18,8	17,3	16,2	20,9	19,1	17,0	19,9	20,5	18,7	21,3	19,7	19,1	19,2	19,4	19,6	19,0	19,0	18,9	19,4	19,2	18,6	19,8	20,2	19,5	18,9
12:00	18,6	20,3	19,5	16,2	17,9	19,3	18,5	17,6	16,7	22,4	19,7	18,3	20,5	21,1	19,3	22,3	22,2	19,6	19,6	19,6	19,7	19,2	19,1	19,3	19,6	19,2	18,3	20,8	20,1	20,1	19,5
13:00	21,3	20,7	20,8	17,0	17,9	18,8	18,3	18,7	17,3	23,3	20,1	18,0	20,3	22,1	20,1	24,3	23,8	20,0	20,1	19,9	19,8	19,4	19,1	19,9	19,8	17,9	18,3	22,9	20,6	22,4	20,1
14:00	24,2	22,3	19,5	17,6	17,2	19,8	17,9	22,4	17,8	24,1	20,4	18,5	20,4	21,7	22,6	21,8	21,2	20,4	21,0	20,4	19,9	19,7	19,2	20,5	20,0	18,8	18,3	23,4	18,7	23,0	20,4
15:00	21,5	19,7	19,6	17,0	16,8	18,3	17,7	26,4	17,0	20,5	18,7	16,8	20,0	23,3	24,1	19,0	21,2	21,0	20,8	21,0	20,0	20,0	19,4	21,2	20,3	17,3	17,5	25,5	17,4	18,9	19,9
16:00	18,7	19,2	20,0	16,4	16,4	17,8	17,0	22,9	16,0	18,4	17,2	16,9	18,3	19,5	21,2	17,8	22,0	21,3	21,3	21,4	20,1	20,3	19,6	21,5	20,5	17,1	17,7	20,5	16,4	17,1	19,0
17:00	17,8	17,2	17,4	15,4	16,1	16,3	16,4	17,8	15,9	17,8	16,9	16,9	16,6	17,2	17,4	16,8	21,9	21,8	21,8	21,7	20,1	20,6	19,7	21,7	16,5	16,0	16,5	17,5	16,2	16,5	17,9
18:00	16,6	16,1	16,4	15,0	15,7	15,9	16,2	16,6	15,6	16,5	16,4	16,3	15,9	16,7	16,8	16,3	21,7	21,6	22,0	21,7	20,1	20,7	19,7	21,7	16,1	15,3	16,1	16,6	15,8	15,9	17,5
19:00	16,2	15,9	16,6	15,0	15,5	15,8	16,0	16,3	15,5	15,8	16,1	15,8	15,9	16,7	16,6	16,2	21,6	21,4	22,2	21,6	20,1	20,7	19,7	21,6	15,7	15,2	16,0	16,1	16,1	15,8	17,3
20:00	16,0	15,9	15,7	15,1	15,4	15,7	15,9	16,2	15,2	15,8	15,9	15,7	16,1	16,6	16,6	16,3	21,6	21,2	21,9	21,5	20,0	20,6	19,7	21,5	15,5	14,9	16,0	16,2	15,9	15,4	17,2
21:00	15,7	15,6	15,7	15,5	15,4	15,6	16,0	15,7	15,1	16,0	16,0	15,8	16,0	16,3	16,8	16,2	21,6	21,0	21,6	21,4	19,9	20,4	19,7	21,4	15,4	15,0	16,0	16,1	15,7	15,3	17,1
22:00	15,9	15,4	15,3	15,5	15,3	15,6	15,9	15,1	15,4	16,1	16,1	15,6	16,0	16,2	16,5	16,0	21,3	20,8	21,3	21,3	19,8	20,3	19,6	21,2	15,3	15,0	15,9	15,8	15,4	15,2	17,0
23:00	15,9	15,6	15,2	15,1	15,3	15,5	15,5	15,0	15,3	16,1	15,3	15,4	16,0	16,3	16,3	15,9	20,9	20,6	21,1	21,1	19,7	20,1	19,5	21,0	15,3	15,2	15,6	15,6	15,3	15,0	16,9
Promedios diarios	16,8	16,9	16,7	15,4	15,9	16,4	16,3	16,8	15,5	17,3	16,5	15,9	16,8	17,5	17,6	17,4	19,1	20,1	20,3	20,5	20,0	19,6	19,4	20,0	18,7	16,2	16,3	17,4	16,3	16,5	17,5

HUMEDAD RELATIVA (%) – MES 4 (10/09/2019 – 09/10/2019)

Hora	Día	Promedios horarios																														
		10/09/2019	11/09/2019	12/09/2019	13/09/2019	14/09/2019	15/09/2019	16/09/2019	17/09/2019	18/09/2019	19/09/2019	20/09/2019	21/09/2019	22/09/2019	23/09/2019	24/09/2019	25/09/2019	26/09/2019	27/09/2019	28/09/2019	29/09/2019	30/09/2019	01/10/2019	02/10/2019	03/10/2019	04/10/2019	05/10/2019	06/10/2019	07/10/2019	08/10/2019	09/10/2019	
0:00		92,1	89,4	91,0	93,9	91,0	92,8	93,6	93,1	96,4	91,0	90,1	95,3	93,2	93,3	91,1	91,8	93,7	73,4	73,0	72,0	71,7	76,9	76,9	77,9	73,7	94,6	91,7	90,4	90,5	92,0	87,6
1:00		94,5	90,0	91,1	95,2	91,1	94,3	95,6	95,5	96,5	91,3	92,2	95,2	94,9	93,9	92,7	92,6	94,3	74,2	73,8	72,5	72,2	77,2	77,3	78,0	74,3	95,8	94,2	92,1	92,7	92,8	88,6
2:00		95,7	91,9	90,7	95,5	90,0	91,7	96,8	96,2	96,4	91,9	92,9	95,1	95,3	94,8	93,4	92,9	94,2	75,0	74,5	73,0	72,8	77,5	77,6	78,2	74,5	96,7	95,3	94,5	95,0	93,8	89,1
3:00		94,7	91,6	90,3	94,9	91,7	93,7	97,1	96,7	96,6	92,1	93,8	95,5	96,3	95,4	94,5	93,9	95,4	75,8	75,2	73,4	73,3	77,8	77,8	78,4	74,7	96,2	96,1	94,6	95,6	94,2	89,6
4:00		95,1	94,3	90,8	94,8	91,6	94,1	97,2	97,1	97,2	92,4	94,9	96,1	97,0	96,5	94,1	94,8	94,3	76,5	75,8	74,1	73,7	78,3	78,0	78,6	74,8	96,6	96,5	94,4	96,3	94,8	90,0
5:00		95,3	93,6	90,7	94,0	92,9	94,5	97,3	97,2	97,5	92,5	94,4	97,0	97,4	96,7	94,8	95,8	93,2	76,9	76,5	74,4	74,2	78,6	78,1	78,9	74,8	97,0	93,9	94,7	96,5	94,4	90,1
6:00		96,0	91,6	92,9	94,9	93,3	95,5	97,1	96,5	97,5	93,0	94,7	96,7	97,1	97,0	94,2	96,2	92,9	77,1	77,1	74,7	74,7	79,1	78,4	79,0	75,2	96,8	94,5	94,7	95,8	94,5	90,3
7:00		93,4	88,2	92,8	93,4	93,5	95,9	94,8	93,7	95,7	95,1	93,1	95,7	95,5	93,6	91,7	93,4	91,4	77,3	77,6	75,0	75,1	79,4	78,8	79,2	75,9	94,6	91,4	91,5	92,8	94,4	89,1
8:00		86,1	84,1	88,4	92,8	90,4	92,8	91,3	91,6	95,5	90,2	90,5	95,2	90,9	89,2	89,9	91,0	88,0	77,5	78,0	75,3	75,6	79,8	79,1	79,7	76,3	91,1	90,5	90,0	89,3	91,1	87,0
9:00		83,5	81,5	83,8	92,7	87,9	85,4	84,8	89,1	94,5	84,0	88,3	92,6	89,5	85,4	88,1	87,9	82,4	77,6	78,0	75,9	76,0	80,0	79,4	79,9	76,5	89,2	84,1	85,9	83,5	88,6	84,5
10:00		78,2	78,0	83,0	91,4	87,5	80,9	80,4	87,7	90,6	73,7	82,2	91,4	82,6	78,7	84,8	78,8	74,6	77,3	77,7	75,9	76,3	80,5	79,7	80,4	76,6	77,1	82,2	79,6	77,6	84,5	81,0
11:00		78,1	74,5	79,3	89,6	81,0	79,1	79,6	83,9	86,5	70,5	76,5	87,7	75,6	75,6	81,2	71,6	75,7	76,8	76,9	75,8	76,3	80,1	79,3	81,1	76,7	76,7	77,3	73,7	69,7	72,8	78,0
12:00		72,3	69,2	74,2	87,2	80,8	76,3	79,7	81,3	84,3	65,5	74,3	82,2	74,4	73,1	78,7	68,0	67,0	76,2	75,5	75,5	76,3	80,1	80,0	80,6	76,5	78,1	80,0	69,2	70,3	69,8	75,9
13:00		65,6	69,3	69,2	82,8	80,2	76,3	80,6	76,7	81,5	63,4	72,1	82,0	74,3	68,5	76,0	61,3	61,8	74,5	73,6	75,0	76,3	79,5	80,0	78,9	76,8	83,0	79,7	61,0	68,6	63,5	73,7
14:00		56,5	63,5	73,1	78,5	83,2	74,1	81,4	64,1	79,4	60,7	69,6	79,8	73,2	69,3	67,5	68,3	71,6	73,0	71,6	74,0	76,3	79,5	79,9	76,9	76,3	79,3	79,0	60,5	75,3	60,7	72,5
15:00		66,2	73,3	73,5	80,6	83,7	79,8	81,6	52,8	81,7	71,3	76,2	86,1	74,4	63,9	62,0	78,0	73,0	70,6	74,1	72,8	76,0	78,7	79,7	75,3	75,9	84,7	80,8	54,4	79,5	74,1	74,5
16:00		74,9	74,9	71,7	83,3	84,2	80,9	84,0	61,4	84,9	78,8	82,9	85,7	79,0	75,7	69,8	83,2	71,2	70,0	73,3	71,4	75,9	78,0	79,2	74,6	75,7	84,7	80,0	67,8	85,1	79,9	77,4
17:00		81,0	80,9	80,9	87,5	87,1	87,4	86,7	78,8	85,1	80,9	83,7	86,0	87,2	84,3	84,9	87,4	70,5	68,0	72,3	71,7	75,8	77,5	78,7	74,4	88,4	88,9	84,3	79,8	85,6	82,3	81,6
18:00		85,4	85,9	85,3	89,4	88,7	88,9	88,6	85,9	87,5	86,7	86,8	88,4	90,2	87,8	87,6	89,2	70,3	68,7	71,1	70,9	75,9	76,9	78,4	73,1	90,5	92,0	87,3	84,9	87,3	85,3	83,8
19:00		85,9	86,2	86,0	89,5	90,9	88,9	89,7	89,0	88,5	89,7	88,3	90,2	91,0	88,5	89,5	90,5	71,1	69,5	70,5	70,1	76,1	76,6	78,0	73,2	91,9	92,7	87,0	87,4	87,5	86,7	84,7
20:00		86,5	88,1	89,7	89,2	91,1	90,9	90,1	89,2	89,4	89,1	89,6	91,1	90,9	89,3	89,7	90,1	70,9	70,6	70,4	69,8	76,3	76,0	77,8	71,9	93,1	93,6	87,7	87,0	88,0	87,8	85,2
21:00		87,7	89,4	90,1	88,6	90,8	91,1	90,0	91,8	91,1	88,9	89,6	91,4	91,6	90,6	89,5	90,4	71,9	70,7	70,5	70,1	76,6	76,0	77,4	72,2	93,3	93,0	87,5	87,1	89,4	89,4	85,6
22:00		87,6	90,5	91,5	89,0	90,3	91,0	90,3	93,3	90,0	88,7	89,9	92,6	92,0	91,6	90,3	90,8	71,5	71,3	71,2	70,6	76,8	76,1	77,5	72,6	94,7	92,4	87,5	87,9	90,3	90,5	86,0
23:00		86,6	89,9	91,7	90,4	91,0	91,0	91,4	95,1	90,1	88,5	94,7	93,4	91,9	91,5	90,9	92,3	72,6	72,2	71,7	71,2	76,8	76,6	77,7	72,9	95,0	92,1	89,6	89,0	90,8	91,7	86,7
Promedios diarios		84,1	83,7	85,1	90,0	88,5	87,8	89,2	86,6	90,6	83,7	86,7	90,9	88,1	86,0	86,1	86,3	79,7	73,8	74,2	73,1	75,3	78,2	78,5	76,9	80,5	89,9	87,4	83,0	86,4	85,4	83,9

Anexo 3. Datos meteorológicos de la Estación Campo de Marte (SENAMHI)

PRECIPITACIÓN (mm) – MES PREVIO A LA INSTALACIÓN (09/05/2019 – 08/06/2019)

Hora \ Día	09/05/2019	10/05/2019	11/05/2019	12/05/2019	13/05/2019	14/05/2019	15/05/2019	16/05/2019	17/05/2019	18/05/2019	19/05/2019	20/05/2019	21/05/2019	22/05/2019	23/05/2019	24/05/2019	25/05/2019	26/05/2019	27/05/2019	28/05/2019	29/05/2019	30/05/2019	31/05/2019	01/06/2019	02/06/2019	03/06/2019	04/06/2019	05/06/2019	06/06/2019	07/06/2019	08/06/2019		
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
9:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
10:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	
11:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
13:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
14:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
16:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
17:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
18:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
19:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0		Pp mensual
Pp diaria	0,0	0,1	1,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	3,5													

PRECIPITACIÓN (mm) – MES 1 (10/06/2019 – 09/07/2019)

Hora \ Día	10/06/2019	11/06/2019	12/06/2019	13/06/2019	14/06/2019	15/06/2019	16/06/2019	17/06/2019	18/06/2019	19/06/2019	20/06/2019	21/06/2019	22/06/2019	23/06/2019	24/06/2019	25/06/2019	26/06/2019	27/06/2019	28/06/2019	29/06/2019	30/06/2019	01/07/2019	02/07/2019	03/07/2019	04/07/2019	05/07/2019	06/07/2019	07/07/2019	08/07/2019	09/07/2019	
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2:00	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
3:00	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	
5:00	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
7:00	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
9:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	
10:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
11:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
13:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
14:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
16:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
17:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
18:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
19:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	Pp mensual
Pp diaria	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,4	0,3	0,4	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	3,4

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) – MES PREVIO A LA INSTALACIÓN (09/05/2019 – 08/06/2019)

Hora \ Día	09/05/2019	10/05/2019	11/05/2019	12/05/2019	13/05/2019	14/05/2019	15/05/2019	16/05/2019	17/05/2019	18/05/2019	19/05/2019	20/05/2019	21/05/2019	22/05/2019	23/05/2019	24/05/2019	25/05/2019	26/05/2019	27/05/2019	28/05/2019	29/05/2019	30/05/2019	31/05/2019	01/06/2019	02/06/2019	03/06/2019	04/06/2019	05/06/2019	06/06/2019	07/06/2019	08/06/2019	Promedios horarios
0:00	1,9	2,5	0,6	2,4	1,2	2,4	2,2	2,4	1,9	2,1	1,3	2,6	1,6	1,6	1,3	1,7	2,1	1,4	2,1	2,1	0,7	1,3	2,0	1,9	1,5	1,0	1,8	1,5	0,9	1,7	1,7	1,7
1:00	1,6	1,9	1,2	1,5	0,4	1,7	2,6	1,8	1,7	0,7	1,1	1,4	1,9	1,9	0,7	2,5	2,3	1,5	2,0	2,4	0,8	0,3	2,1	1,8	1,4	1,9	3,5	0,8	0,2	1,8	1,8	1,6
2:00	0,8	1,6	0,1	2,0	0,2	2,6	2,2	0,8	1,6	2,0	1,1	1,1	1,2	0,8	1,7	1,8	2,4	1,0	1,4	2,1	0,5	0,0	1,7	1,9	0,2	2,2	2,2	1,9	1,5	0,6	1,8	1,4
3:00	1,8	0,9	2,7	0,6	1,8	1,7	1,4	1,5	2,1	0,0	2,2	2,5	1,7	0,7	1,7	0,4	1,3	1,2	0,2	1,6	1,9	0,3	1,0	2,2	0,2	1,3	1,0	0,8	0,4	2,2	1,2	1,3
4:00	1,3	2,2	0,9	1,1	0,8	1,2	0,4	1,2	2,8	0,3	0,7	0,8	0,1	0,4	0,7	1,5	1,0	2,0	0,7	1,3	1,7	0,8	1,8	1,7	1,5	0,1	1,2	1,8	0,8	1,4	1,9	1,2
5:00	0,4	0,7	2,4	1,3	0,2	1,8	2,5	1,2	0,2	0,0	1,1	0,9	0,6	0,7	0,3	1,8	1,2	0,5	0,4	0,0	2,1	0,7	2,1	2,1	2,4	0,5	0,7	2,1	0,3	1,1	3,0	1,1
6:00	2,0	2,3	2,4	0,8	1,0	0,6	2,5	1,8	0,6	2,1	1,4	0,1	1,0	0,6	1,1	1,8	0,2	0,3	0,8	0,6	2,5	1,6	1,4	2,5	1,5	0,5	2,0	1,7	0,6	1,6	1,9	1,3
7:00	0,6	1,1	1,8	1,6	1,9	0,7	2,0	2,2	1,4	2,1	0,4	1,3	0,8	0,8	1,1	0,5	0,9	1,1	0,3	1,5	1,4	0,7	1,2	2,4	0,3	0,4	1,3	1,9	1,2	0,8	2,1	1,2
8:00	1,0	2,1	2,5	1,2	2,2	1,5	1,8	2,2	0,5	1,3	1,4	1,8	0,9	0,5	0,6	1,9	0,8	1,0	0,9	2,2	1,5	1,1	1,8	2,4	0,8	1,8	2,0	2,0	0,5	0,6	1,4	1,4
9:00	1,9	1,2	1,4	1,5	2,3	2,4	2,0	1,6	2,1	1,7	2,2	3,3	2,0	2,3	2,0	1,9	2,0	1,7	3,0	2,5	2,3	2,2	2,8	2,3	0,4	2,4	1,7	2,9	0,3	0,3	2,6	2,0
10:00	2,2	1,1	0,5	2,7	2,7	2,3	2,6	2,7	1,2	2,5	1,9	2,8	2,1	1,6	2,2	1,1	1,7	0,7	3,7	1,3	0,9	0,4	2,0	3,0	1,3	1,8	1,9	2,5	2,1	1,1	1,9	1,9
11:00	4,3	1,7	1,8	2,0	2,4	1,9	3,6	2,6	2,0	1,9	2,9	5,2	1,7	1,6	1,4	1,3	2,7	2,0	2,4	1,5	1,9	0,8	0,8	3,0	3,4	0,8	2,7	3,0	3,5	2,7	1,8	2,3
12:00	4,1	2,5	2,4	3,6	3,1	4,0	3,6	2,4	1,3	2,2	2,5	4,3	2,1	1,5	1,1	2,1	1,4	2,1	3,2	1,8	3,1	1,7	1,4	1,8	4,8	2,9	1,9	3,7	3,8	0,9	2,7	2,6
13:00	4,8	2,2	2,3	3,3	3,4	3,0	2,8	2,7	1,8	3,9	2,5	5,2	1,9	0,9	2,3	1,7	2,0	2,2	3,7	3,1	2,9	4,0	0,9	1,3	2,8	2,5	2,5	3,4	2,5	3,8	2,9	2,7
14:00	4,9	3,5	4,1	4,3	3,2	3,9	2,7	2,3	3,6	2,8	3,8	5,6	2,8	2,3	2,5	2,4	1,6	3,5	4,8	1,8	3,9	2,2	0,6	2,0	3,3	1,9	2,6	2,5	2,8	2,9	2,8	3,0
15:00	4,3	2,0	3,4	2,7	4,8	5,0	2,6	2,6	2,0	2,1	2,9	4,0	4,3	2,4	1,9	2,7	2,7	2,7	4,1	2,3	4,0	3,1	2,1	1,4	2,1	2,4	3,2	2,9	2,2	1,2	2,4	2,9
16:00	4,3	3,1	2,9	3,6	2,7	3,9	1,9	2,7	4,7	3,2	4,1	4,3	2,7	2,0	1,5	2,7	3,0	2,7	3,7	2,5	3,5	2,0	2,7	2,5	1,6	3,1	2,1	2,5	2,8	1,4	3,2	2,9
17:00	3,3	2,7	2,8	1,5	3,8	3,0	1,5	3,6	2,2	2,8	1,3	3,5	2,8	0,6	1,7	1,9	2,1	0,4	2,8	2,1	1,3	2,7	2,8	2,9	3,4	1,0	1,4	2,5	1,5	1,8	1,2	2,2
18:00	3,8	2,3	2,6	1,6	2,9	1,1	2,5	2,1	1,5	2,7	1,9	3,4	1,9	1,4	1,3	0,5	1,8	1,5	2,7	1,6	2,5	2,5	1,5	2,8	2,8	2,0	1,3	2,3	1,6	2,0	2,4	2,1
19:00	2,9	1,3	2,1	2,0	2,7	2,7	2,9	1,5	2,1	2,2	3,1	2,9	2,8	1,3	1,4	2,1	2,4	3,0	1,9	1,9	2,8	2,6	1,6	2,4	1,8	1,7	1,9	2,0	1,6	2,8	2,9	2,2
20:00	1,5	2,1	2,0	2,5	1,5	2,6	3,0	3,2	2,9	2,3	0,7	1,9	2,5	1,1	0,7	1,3	2,5	2,6	2,9	1,5	2,2	1,8	0,8	2,1	1,4	2,5	2,0	2,2	1,6	1,5	2,8	2,0
21:00	1,9	2,0	1,8	0,1	2,1	2,9	2,0	0,7	1,6	2,0	0,4	1,1	2,9	1,4	1,4	1,3	2,4	3,0	2,0	1,7	2,1	1,0	2,5	1,4	1,5	2,2	2,0	1,7	1,5	1,8	1,3	1,7
22:00	2,1	1,9	0,0	1,5	2,7	2,7	2,3	1,5	0,8	1,9	1,7	1,0	2,3	1,1	2,1	1,4	2,3	2,6	1,8	2,0	2,0	2,3	2,3	2,2	0,9	2,0	1,5	1,3	2,7	1,7	1,6	1,8
23:00	2,4	1,2	2,7	1,0	1,7	1,9	2,0	2,7	1,7	2,2	2,6	2,3	2,8	1,6	2,2	2,3	1,6	2,1	2,4	1,3	2,1	1,2	1,6	1,0	0,1	2,5	2,3	1,7	1,6	1,6	1,6	1,9
Promedios diarios	2,5	1,9	2,0	1,9	2,2	2,4	2,3	2,1	1,8	2,0	1,9	2,6	2,0	1,3	1,5	1,7	1,9	1,8	2,2	1,8	2,1	1,6	1,7	2,1	1,7	1,7	1,9	2,2	1,6	1,6	2,1	1,9

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) – MES 1 (10/06/2019 – 09/07/2019)

Hora \ Día	10/06/2019	11/06/2019	12/06/2019	13/06/2019	14/06/2019	15/06/2019	16/06/2019	17/06/2019	18/06/2019	19/06/2019	20/06/2019	21/06/2019	22/06/2019	23/06/2019	24/06/2019	25/06/2019	26/06/2019	27/06/2019	28/06/2019	29/06/2019	30/06/2019	01/07/2019	02/07/2019	03/07/2019	04/07/2019	05/07/2019	06/07/2019	07/07/2019	08/07/2019	09/07/2019	Promedios horarios
0:00	1,5	2,2	2,3	0,6	1,7	0,8	1,4	1,5	2,1	1,6	0,2	1,9	1,1	1,2	3,1	3,1	2,4	1,9	1,2	3,1	1,8	1,9	1,2	3,0	2,2	1,7	1,7	1,7	2,4	2,6	1,8
1:00	1,8	1,2	1,2	3,2	0,4	2,0	1,7	2,3	1,7	0,3	1,6	0,9	2,1	0,9	1,7	1,8	1,8	2,9	2,0	1,7	2,0	2,1	1,0	2,4	2,5	1,9	2,0	2,6	1,3	2,9	1,8
2:00	0,7	1,9	1,9	1,2	2,7	2,7	0,6	1,6	0,7	0,9	1,6	1,2	1,4	1,1	1,5	1,6	1,5	1,7	2,4	1,5	1,4	1,2	1,1	1,4	2,4	2,2	0,8	2,2	1,8	2,0	1,6
3:00	1,1	2,0	1,4	1,3	1,7	1,9	0,9	1,4	1,6	1,8	0,4	0,1	0,6	0,6	0,7	1,3	0,1	1,8	0,7	2,0	0,4	0,7	0,9	1,5	1,5	1,6	1,4	1,8	1,2	2,6	1,2
4:00	1,7	1,6	0,7	0,9	1,0	2,0	2,4	1,4	0,1	1,4	0,7	0,5	1,1	0,0	1,6	0,3	0,4	1,1	1,2	2,5	0,3	1,1	1,0	1,4	1,2	0,9	0,2	1,6	0,3	1,8	1,1
5:00	2,0	1,3	0,8	1,9	0,4	0,6	1,5	0,9	0,4	0,2	0,0	0,3	1,5	0,0	1,7	1,7	0,0	1,3	1,8	0,9	1,3	0,9	1,4	0,3	1,1	0,5	1,0	1,1	0,8	0,6	0,9
6:00	1,8	2,1	2,4	0,8	0,7	0,5	1,3	1,3	0,3	0,1	0,2	0,9	0,1	1,0	0,8	1,7	0,2	2,0	2,4	1,6	1,2	1,9	1,6	2,0	1,2	0,9	1,1	1,0	0,5	1,0	1,2
7:00	1,2	0,7	2,2	0,4	0,7	0,4	1,7	1,1	1,4	0,3	1,0	1,1	0,4	1,8	1,0	1,8	0,1	1,9	1,7	1,7	1,6	0,5	0,8	1,8	1,6	1,1	2,1	1,1	0,7	0,9	1,2
8:00	2,7	0,5	2,1	0,6	1,8	0,6	2,3	0,9	1,2	0,6	1,4	1,2	0,3	2,0	1,8	1,3	0,4	1,1	2,0	2,1	0,0	1,6	0,8	2,0	0,6	0,9	1,0	0,7	0,5	0,3	1,2
9:00	1,6	1,7	2,0	1,5	0,4	1,3	2,4	2,6	0,3	0,7	1,8	1,8	1,4	2,3	2,0	1,7	1,3	0,9	0,7	1,5	0,9	1,7	1,9	1,2	2,0	2,0	1,2	1,6	1,4	0,8	1,5
10:00	0,8	1,6	2,8	1,8	2,6	2,0	1,6	0,5	0,7	1,2	2,1	2,3	1,8	3,7	3,2	2,2	1,1	0,6	3,3	0,9	1,4	2,6	2,3	1,4	1,4	1,7	2,4	2,6	1,9	1,1	1,9
11:00	1,8	3,8	0,9	1,9	1,5	2,5	0,8	1,0	1,5	1,0	2,6	0,8	1,0	2,3	3,3	2,3	1,2	2,3	2,5	1,8	1,3	2,6	2,7	2,5	0,4	3,0	1,5	3,1	3,8	1,8	2,0
12:00	2,4	2,3	1,4	3,0	1,3	1,9	1,6	1,9	1,3	2,6	2,9	2,7	1,7	2,8	4,0	1,7	1,5	2,0	3,4	1,3	0,8	3,3	1,4	2,0	1,7	2,3	1,6	3,6	3,0	2,4	2,2
13:00	3,5	3,4	3,4	4,0	2,0	2,2	1,2	2,2	0,8	2,7	3,7	3,1	2,3	3,8	3,7	3,0	2,7	3,1	4,7	2,0	0,9	3,1	3,6	3,3	2,1	1,2	1,5	3,6	3,8	2,4	2,8
14:00	3,3	2,9	4,0	3,9	2,3	2,0	2,1	2,1	2,0	2,9	2,7	3,5	2,1	4,8	4,7	2,5	3,3	1,8	3,8	2,5	0,8	3,7	2,9	2,8	2,7	2,4	3,4	4,1	3,6	2,3	2,9
15:00	3,3	3,1	2,6	3,1	2,7	2,7	2,0	2,5	1,8	2,6	2,4	2,7	3,0	4,0	4,4	2,9	3,0	2,6	4,0	2,8	1,9	3,1	2,8	3,4	2,9	1,7	2,7	3,1	3,6	1,8	2,8
16:00	2,2	2,9	3,6	2,7	3,2	1,6	2,6	1,9	2,1	1,9	2,6	2,5	2,8	3,7	4,2	2,4	1,7	2,9	2,9	1,8	3,3	3,1	2,5	3,1	2,6	1,5	3,7	5,1	2,7	3,3	2,8
17:00	3,1	3,2	1,8	2,6	3,6	1,9	2,3	0,8	1,6	1,8	1,7	2,6	2,0	3,3	3,1	1,3	3,3	3,2	2,2	2,7	1,5	3,3	2,0	1,9	2,3	1,8	2,4	3,5	3,6	1,8	2,4
18:00	2,6	2,1	0,7	2,7	2,0	1,5	2,6	1,7	1,1	2,0	1,9	2,1	1,9	1,2	2,1	1,8	1,5	1,7	2,7	1,9	1,1	3,4	2,3	2,7	2,3	2,6	2,2	2,1	2,4	2,6	2,1
19:00	2,2	2,1	1,6	2,2	2,1	3,2	2,7	2,4	1,2	1,4	1,9	2,5	1,5	2,4	3,4	2,6	1,7	3,2	3,5	1,3	1,9	2,6	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	2,3	2,3	2,9	2,1
20:00	2,6	2,6	2,1	2,0	1,8	1,8	2,0	2,6	0,6	1,0	1,8	2,2	0,3	2,3	3,1	2,4	0,9	2,6	2,6	2,2	1,8	2,6	1,5	2,5	1,8	2,0	2,6	2,5	3,0	1,9	2,1
21:00	2,0	2,0	1,5	2,2	1,4	2,7	2,3	2,2	2,0	1,5	1,4	1,9	1,4	2,0	1,7	1,3	0,6	2,6	1,9	2,0	1,5	2,2	2,7	2,4	1,5	2,0	1,9	2,9	2,1	3,2	2,0
22:00	1,9	3,2	1,2	1,8	2,3	1,8	1,8	1,8	0,7	1,0	1,6	1,9	1,6	2,0	1,6	1,3	0,8	1,5	2,4	2,1	1,7	1,5	2,0	2,3	0,6	1,3	1,9	2,7	1,5	2,2	1,7
23:00	2,1	2,9	0,7	0,9	1,9	1,7	2,4	1,4	1,8	0,2	0,8	1,8	1,7	1,1	2,0	1,8	0,8	2,2	2,1	1,3	2,0	1,9	1,5	1,9	1,6	1,6	1,4	2,8	3,1	1,9	1,7
Promedios diarios	2,1	2,2	1,9	2,0	1,8	1,8	1,8	1,7	1,2	1,3	1,6	1,8	1,5	2,1	2,5	1,9	1,3	2,0	2,4	1,9	1,4	2,2	1,8	2,1	1,7	1,7	1,8	2,5	2,1	2,0	1,9

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) – MES 2 (10/07/2019 – 09/08/2019)

Hora \ Día	10/07/2019	11/07/2019	12/07/2019	13/07/2019	14/07/2019	15/07/2019	16/07/2019	17/07/2019	18/07/2019	19/07/2019	20/07/2019	21/07/2019	22/07/2019	23/07/2019	24/07/2019	25/07/2019	26/07/2019	27/07/2019	28/07/2019	29/07/2019	30/07/2019	31/07/2019	01/08/2019	02/08/2019	03/08/2019	04/08/2019	05/08/2019	06/08/2019	07/08/2019	08/08/2019	09/08/2019	Promedios horarios
0:00	1,5	1,1	2,1	2,4	1,5	2,2	1,0	1,2	2,1	2,7	1,6	1,0	1,6	2,9	1,9	0,4	2,7	2,3	1,1	3,2	1,0	1,4	1,8	0,6	2,2	2,1	1,6	2,5	2,0	1,9	2,4	1,8
1:00	1,2	0,9	2,3	2,6	2,4	1,2	1,2	2,0	1,7	2,4	1,8	1,5	1,9	2,3	1,8	1,5	2,3	1,9	2,6	1,7	1,6	1,3	2,0	1,6	0,5	0,5	1,5	1,8	2,2	1,9	0,7	1,7
2:00	1,4	1,3	1,5	2,4	2,4	0,6	1,7	2,3	2,2	1,8	1,5	0,9	1,3	2,2	1,0	1,4	2,0	2,4	2,0	2,5	2,5	1,9	1,0	2,2	1,6	0,0	1,4	2,5	2,0	1,8	0,8	1,7
3:00	1,1	1,4	1,3	1,7	1,3	1,0	1,8	2,0	1,9	0,9	1,2	1,2	1,2	2,3	1,7	2,5	2,7	1,8	3,2	1,4	1,6	1,9	1,1	2,0	1,1	1,0	2,1	1,6	2,2	1,1	1,2	1,6
4:00	2,1	2,0	1,7	0,3	0,5	0,1	1,7	1,1	1,2	1,2	0,8	0,2	0,9	1,3	1,8	2,3	2,9	1,0	2,5	1,5	1,3	1,9	1,0	2,1	1,0	0,7	0,6	2,7	0,7	1,1	1,3	1,3
5:00	2,4	1,6	1,3	1,6	0,0	0,2	1,5	0,9	1,4	0,4	1,0	2,5	1,9	0,7	1,5	1,3	2,0	1,6	2,3	2,0	0,5	1,8	1,4	1,1	1,3	0,5	1,4	1,8	1,1	0,4	1,7	1,3
6:00	2,5	0,6	1,1	1,3	0,9	1,7	2,0	0,5	1,7	0,3	1,7	1,5	1,4	0,0	1,1	1,0	0,8	1,5	1,8	2,4	0,3	0,2	1,1	1,5	1,4	1,2	1,9	2,4	1,6	0,7	1,0	1,3
7:00	1,8	0,3	2,1	0,7	0,9	0,3	2,3	2,4	1,8	0,8	1,4	1,6	2,4	1,3	0,3	1,5	1,5	0,1	1,2	1,3	0,4	0,8	2,2	1,2	1,2	0,4	2,3	2,7	2,2	0,3	0,9	1,3
8:00	2,2	1,0	1,4	1,2	0,2	2,0	2,0	2,0	0,9	1,8	1,8	0,2	1,8	1,2	1,1	2,1	1,1	1,8	1,7	0,8	0,1	1,2	2,0	2,0	1,4	1,7	1,5	2,1	1,9	1,5	2,1	1,5
9:00	1,5	1,2	1,4	1,2	0,3	2,7	2,3	2,2	2,0	1,3	1,8	0,4	1,6	2,1	1,3	2,4	1,4	1,0	1,9	1,7	0,7	1,7	2,4	1,5	1,1	1,9	2,0	2,3	1,8	2,0	1,1	1,6
10:00	1,0	2,2	1,9	2,3	0,6	1,4	1,9	1,4	2,6	2,2	2,3	0,9	1,7	1,7	2,3	2,7	1,5	2,5	1,1	2,0	1,4	1,4	1,9	0,7	1,7	2,4	1,5	2,4	1,6	1,9	1,1	1,7
11:00	0,4	2,4	2,1	2,6	1,8	0,6	2,6	3,5	2,3	1,6	2,4	2,7	2,0	1,9	3,5	2,9	1,2	2,4	0,6	1,6	2,4	2,2	2,2	0,5	1,6	2,0	1,7	3,0	1,5	2,5	1,9	2,0
12:00	1,0	2,8	1,8	3,2	1,0	1,0	2,3	3,0	2,6	1,6	2,5	2,9	2,4	3,0	3,3	2,9	3,3	2,2	2,4	3,1	3,2	3,1	2,7	2,4	3,0	2,6	1,6	3,1	2,3	2,0	1,8	2,5
13:00	0,6	1,9	2,2	2,8	1,6	1,4	2,6	3,9	3,0	2,1	2,9	3,3	1,6	3,1	3,4	3,0	2,9	1,8	2,7	2,9	1,8	2,8	3,2	2,0	2,6	2,1	4,0	3,7	2,5	4,0	2,5	2,6
14:00	3,1	3,7	2,8	2,3	1,7	2,1	2,6	2,6	3,4	2,3	3,1	2,9	2,1	3,9	3,0	1,7	2,9	1,9	2,7	2,7	3,0	3,1	2,9	2,2	3,2	3,2	3,7	2,6	2,7	4,1	0,9	2,7
15:00	3,2	5,5	2,5	2,8	1,5	2,1	2,8	3,8	3,7	1,7	2,9	2,8	2,7	3,7	4,1	3,0	3,9	2,5	3,5	3,4	3,3	3,0	3,8	1,5	2,6	2,6	4,1	3,2	3,1	3,6	2,3	3,1
16:00	2,3	5,0	2,7	1,4	2,7	1,6	2,7	4,0	2,1	1,0	2,6	3,5	1,9	1,8	2,3	4,2	3,7	2,7	1,9	2,2	2,6	2,2	3,0	2,8	3,1	2,4	3,7	2,5	3,5	3,5	3,0	2,7
17:00	2,3	3,9	2,9	3,5	3,1	3,1	2,2	3,7	3,0	3,4	3,2	1,7	2,3	2,6	2,2	3,4	3,0	3,1	1,4	2,1	2,5	2,1	2,5	1,5	2,5	1,9	3,1	2,5	2,6	3,6	2,4	2,7
18:00	1,6	3,5	2,1	3,0	1,8	2,4	2,6	2,3	3,4	2,6	2,0	0,9	3,0	2,5	2,9	2,9	3,1	1,2	2,5	1,6	2,0	2,1	2,3	0,4	2,4	1,9	2,9	2,1	2,8	2,3	2,5	2,3
19:00	2,2	3,5	1,7	2,0	1,7	3,2	2,0	1,6	2,5	2,0	1,6	2,4	2,8	2,9	3,0	2,8	2,8	1,7	1,3	1,6	2,9	2,8	1,8	0,5	1,0	1,0	2,0	2,5	2,9	2,7	2,1	2,2
20:00	1,7	1,6	2,3	2,2	1,7	2,2	1,8	2,5	2,7	1,7	1,8	0,9	1,5	2,3	3,0	2,0	1,1	0,8	2,0	1,7	2,0	1,7	1,8	1,9	2,0	1,4	2,6	2,0	2,8	2,2	1,8	1,9
21:00	2,7	1,7	2,2	1,6	1,7	1,7	1,8	2,5	1,8	1,7	2,1	2,0	1,2	1,7	2,9	2,9	2,1	0,8	2,3	2,0	1,6	1,2	1,5	0,4	1,6	1,8	2,9	0,7	2,3	1,8	1,6	1,8
22:00	1,7	2,5	2,8	1,7	1,0	2,1	1,3	2,9	0,8	1,4	1,8	1,6	1,5	1,7	1,3	2,6	2,0	1,7	2,4	1,7	1,9	2,3	2,1	1,4	3,1	2,2	1,7	2,0	2,3	1,9	1,7	1,9
23:00	1,1	3,0	2,1	2,0	1,7	2,2	1,0	2,0	1,8	1,3	2,3	1,5	1,5	1,7	1,8	2,1	2,4	2,6	3,4	0,9	1,6	1,5	2,2	1,9	2,1	1,8	2,0	2,7	2,0	3,6	1,2	2,0
Promedios diarios	1,8	2,3	2,0	2,0	1,4	1,6	2,0	2,3	2,2	1,7	2,0	1,7	1,8	2,1	2,2	2,3	2,3	1,8	2,1	2,0	1,8	1,9	2,1	1,5	1,9	1,6	2,2	2,4	2,2	2,2	1,7	2,0

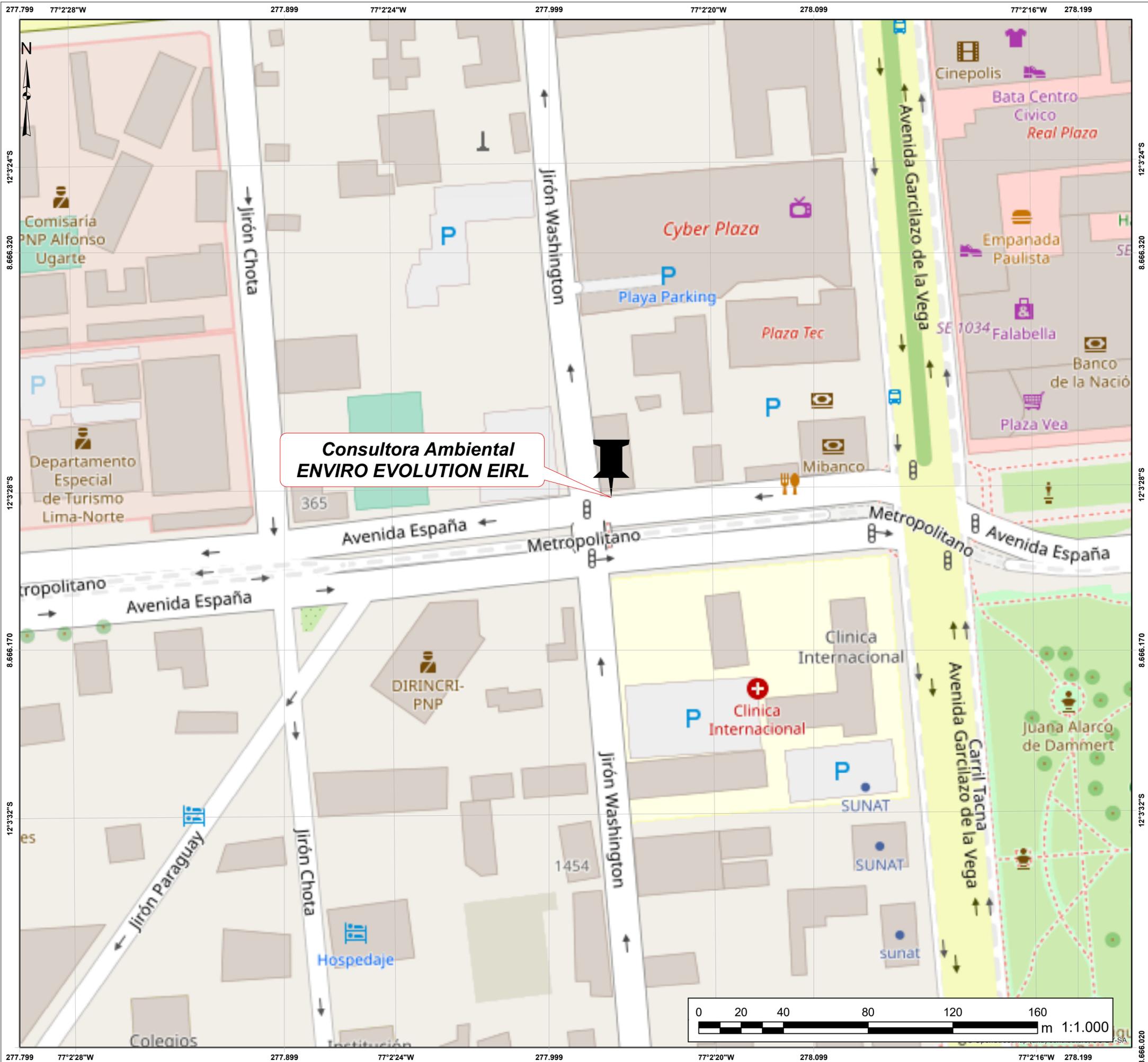
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) – MES 3 (10/08/2019 – 09/09/2019)

Hora \ Día	10/08/2019	11/08/2019	12/08/2019	13/08/2019	14/08/2019	15/08/2019	16/08/2019	17/08/2019	18/08/2019	19/08/2019	20/08/2019	21/08/2019	22/08/2019	23/08/2019	24/08/2019	25/08/2019	26/08/2019	27/08/2019	28/08/2019	29/08/2019	30/08/2019	31/08/2019	01/09/2019	02/09/2019	03/09/2019	04/09/2019	05/09/2019	06/09/2019	07/09/2019	08/09/2019	09/09/2019	Promedios horarios
0:00	0,8	1,7	1,2	1,3	0,9	1,4	1,7	1,6	0,6	2,3	3,1	2,4	1,3	1,9	1,9	1,8	1,9	2,2	1,8	1,3	1,1	0,1	1,9	1,4	3,4	2,9	2,5	2,0	1,6	2,3	1,2	1,7
1:00	1,1	1,4	2,0	0,7	0,5	0,8	1,5	2,9	1,8	1,8	2,3	2,2	1,2	2,7	1,5	2,2	1,6	1,8	2,0	1,0	0,9	1,7	1,9	2,0	2,3	1,9	2,2	1,2	2,3	2,8	1,6	1,7
2:00	1,6	0,7	2,5	1,9	0,6	2,0	1,9	2,1	1,6	1,8	2,6	2,3	1,8	2,3	1,8	2,3	1,4	0,9	2,0	1,8	0,9	0,6	1,0	0,3	1,6	1,8	2,1	2,3	1,5	1,7	0,8	1,6
3:00	2,2	1,0	2,0	0,7	2,2	2,3	1,1	1,4	0,6	2,2	1,9	2,5	1,3	2,4	2,3	3,0	1,1	1,9	1,7	1,6	0,8	1,9	1,6	1,8	1,4	2,7	1,8	0,8	2,1	2,5	1,2	1,7
4:00	0,8	1,9	1,9	1,0	0,3	1,2	0,6	1,7	0,1	1,7	2,6	1,9	2,6	0,5	2,1	1,3	1,4	2,0	1,6	1,2	1,8	0,5	1,2	1,8	2,0	2,4	2,1	1,6	1,4	2,4	1,9	1,5
5:00	0,6	1,7	1,3	0,5	0,0	1,7	1,0	2,3	0,0	1,4	1,5	1,7	2,0	1,9	2,2	2,5	1,6	1,7	1,4	1,6	2,5	0,9	0,9	1,3	1,3	2,1	1,8	1,6	1,9	2,3	2,2	1,5
6:00	0,0	1,6	0,7	0,7	2,2	2,5	0,3	1,6	1,6	1,5	1,4	2,1	1,7	2,1	1,4	2,2	1,8	1,3	1,3	1,4	0,9	0,5	1,3	1,7	2,3	2,8	0,9	1,5	2,9	2,1	2,0	1,6
7:00	1,1	1,4	1,6	0,9	1,7	1,1	1,4	2,5	2,5	1,4	1,5	1,3	1,6	2,2	2,3	1,6	1,7	1,1	1,2	1,6	1,6	0,7	2,1	2,1	2,1	1,4	2,7	2,6	2,4	2,1	0,8	1,7
8:00	2,0	1,3	1,4	0,7	1,8	1,9	1,0	1,6	1,5	2,2	2,4	1,5	1,4	2,0	2,9	2,0	2,1	0,4	2,1	1,9	2,0	1,4	1,6	2,3	2,5	1,0	2,3	2,9	2,5	2,3	0,1	1,8
9:00	1,8	2,3	2,1	1,4	1,1	1,6	1,8	0,6	1,9	1,8	1,1	2,0	1,9	2,1	2,6	2,3	2,3	1,0	1,9	2,3	2,3	2,2	1,8	1,8	2,0	2,4	2,2	2,5	2,4	1,6	2,7	1,9
10:00	0,9	0,9	1,6	1,7	2,3	1,7	2,7	1,1	1,5	1,6	2,6	2,3	1,2	1,4	2,8	2,2	2,5	1,4	2,7	1,6	1,6	1,6	1,5	2,8	3,9	1,8	2,6	3,0	2,4	1,5	1,8	2,0
11:00	1,0	2,2	2,2	1,4	2,1	1,7	2,6	1,4	1,3	1,7	1,8	2,8	2,1	2,9	2,9	2,3	3,2	1,0	2,6	3,6	1,5	1,3	0,5	3,7	3,3	2,4	2,6	3,2	3,6	2,0	2,0	2,2
12:00	1,4	3,7	1,8	1,7	2,1	2,0	2,6	1,8	3,1	2,2	3,3	2,7	4,5	2,5	3,5	2,2	2,9	0,6	4,4	1,8	3,0	3,4	3,5	3,7	3,0	2,9	3,5	3,6	2,5	4,5	2,9	2,8
13:00	2,9	3,4	2,8	3,1	2,1	2,6	3,1	1,6	2,7	3,7	3,3	4,5	4,3	3,9	2,5	2,3	3,1	1,8	3,5	4,0	3,2	3,5	2,9	3,3	5,0	3,8	3,8	4,3	2,4	4,3	3,0	3,2
14:00	3,4	3,3	3,1	2,3	4,1	2,7	3,4	3,2	2,6	3,3	3,5	4,3	2,9	3,8	2,8	4,0	2,3	3,7	3,6	3,2	3,6	3,9	3,5	4,4	5,2	3,9	3,9	4,8	3,4	3,9	3,2	3,5
15:00	2,7	2,9	2,5	2,5	3,4	2,9	4,3	3,1	2,5	4,1	3,9	3,4	3,1	3,6	2,8	2,2	2,1	3,2	3,5	3,4	6,1	4,0	4,2	3,6	5,3	5,4	3,4	5,4	3,9	4,5	2,6	3,6
16:00	3,1	2,8	1,5	2,3	2,2	2,7	2,8	3,2	2,2	3,4	5,0	4,4	4,4	4,1	2,7	2,3	3,3	3,0	1,2	2,6	3,9	4,1	3,7	4,3	3,8	4,7	3,4	2,0	3,1	2,5	3,3	3,2
17:00	2,5	2,2	2,2	4,2	2,6	2,9	3,3	3,7	2,3	3,2	3,0	4,3	2,8	2,4	2,7	2,9	3,1	0,9	2,4	1,0	4,2	2,9	3,2	3,6	3,2	3,8	3,5	2,8	2,8	3,1	3,3	2,9
18:00	2,8	2,6	0,7	2,8	2,1	2,0	1,9	3,0	2,3	3,3	2,5	3,9	2,6	3,5	2,1	2,3	2,6	1,7	1,5	2,2	3,3	2,6	2,2	3,5	3,5	3,8	4,3	2,7	2,0	2,3	2,7	2,6
19:00	1,7	1,8	1,5	1,0	2,5	2,3	2,6	2,5	2,6	2,0	1,6	2,6	3,1	3,2	2,4	2,1	2,4	2,3	1,4	2,4	2,4	2,4	1,5	2,8	4,0	3,0	3,1	2,9	2,4	2,6	2,6	2,4
20:00	2,0	2,4	0,8	1,4	2,6	2,3	2,0	1,9	1,7	3,8	2,1	0,4	2,3	2,4	1,2	2,2	2,7	1,2	1,5	2,4	2,3	1,8	1,7	2,8	2,0	2,9	3,1	1,0	2,7	3,2	1,8	2,1
21:00	1,8	1,1	1,1	1,0	2,1	2,2	2,5	2,3	2,0	2,2	1,5	2,1	2,1	2,4	1,4	1,7	2,0	1,5	1,5	1,6	2,1	2,0	1,4	1,5	3,0	2,3	2,3	1,9	2,3	3,1	1,6	1,9
22:00	3,0	0,9	1,7	1,6	1,6	1,6	1,8	2,0	1,7	1,8	2,7	2,1	2,5	2,6	2,1	2,0	1,8	2,1	0,5	1,5	1,2	2,8	2,3	3,0	2,3	2,6	3,4	1,9	2,9	2,2	1,4	2,1
23:00	1,8	2,3	0,8	1,1	1,7	1,6	1,8	0,4	1,4	2,6	1,4	1,1	2,2	0,9	1,9	1,5	1,6	1,0	1,8	1,4	1,3	2,5	1,5	1,3	2,5	3,3	2,6	1,1	1,7	2,1	1,4	1,7
Promedios diarios	1,8	2,0	1,7	1,6	1,9	2,0	2,1	2,1	1,8	2,4	2,4	2,5	2,4	2,5	2,3	2,2	2,2	1,7	2,0	2,0	2,3	2,1	2,0	2,5	3,0	2,8	2,8	2,5	2,5	2,7	2,0	2,2

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) – MES 4 (10/09/2019 – 09/10/2019)

Hora \ Día	10/09/2019	11/09/2019	12/09/2019	13/09/2019	14/09/2019	15/09/2019	16/09/2019	17/09/2019	18/09/2019	19/09/2019	20/09/2019	21/09/2019	22/09/2019	23/09/2019	24/09/2019	25/09/2019	26/09/2019	27/09/2019	28/09/2019	29/09/2019	30/09/2019	01/10/2019	02/10/2019	03/10/2019	04/10/2019	05/10/2019	06/10/2019	07/10/2019	08/10/2019	09/10/2019	Promedios horarios
0:00	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	1,9	1,9	2,5	2,5	1,6	2,9	2,4	2,5	1,3	1,5	1,8	1,8	2,6	1,8	2,7	1,4	2,0	1,9	2,7	2,7	1,9	1,2	1,1	2,6	2,6	2,1
1:00	0,9	2,3	1,8	2,3	2,3	1,0	2,7	2,8	2,0	1,6	2,7	3,1	1,4	1,3	2,0	2,2	2,3	1,6	2,4	2,5	1,7	2,2	2,4	2,5	2,1	1,7	1,7	1,1	2,1	2,0	2,0
2:00	0,7	2,0	1,3	2,0	0,7	0,7	2,2	0,8	0,4	1,9	2,4	1,9	1,9	2,2	1,7	0,8	1,9	1,8	2,5	1,8	1,8	2,0	2,1	2,3	2,8	1,6	1,9	1,7	1,9	1,9	1,7
3:00	0,6	2,4	0,3	2,2	1,7	1,3	1,9	1,4	0,4	1,5	2,2	2,6	1,9	0,7	2,0	2,3	2,2	2,5	1,8	2,1	2,1	1,3	3,0	0,8	1,8	1,2	0,9	2,2	2,2	1,7	1,7
4:00	2,1	2,4	1,3	1,4	1,9	2,0	1,1	1,0	1,0	1,8	1,9	2,4	1,1	1,3	2,0	0,8	1,7	2,1	1,8	1,6	3,0	2,1	1,3	1,8	2,0	2,5	0,3	1,9	2,3	1,9	1,7
5:00	1,6	1,0	0,9	1,7	1,6	1,2	0,4	1,1	0,4	1,4	2,2	2,4	1,6	1,3	1,0	2,8	1,2	2,3	2,1	1,7	2,0	2,0	2,2	2,2	1,5	2,3	0,3	1,6	1,6	2,8	1,6
6:00	1,3	1,0	1,9	1,0	1,7	1,5	0,6	0,7	1,1	1,5	1,6	1,9	1,4	0,7	0,8	2,1	1,6	2,3	2,0	1,2	1,8	2,7	2,0	2,1	2,1	1,8	0,4	1,8	2,2	1,7	1,6
7:00	0,2	0,2	0,4	1,1	1,2	1,9	1,5	2,2	1,0	1,6	2,2	1,9	1,0	2,0	1,0	1,2	1,7	1,4	1,7	2,2	1,5	2,4	1,3	1,7	2,1	1,5	0,2	0,9	2,3	1,5	1,4
8:00	1,9	1,7	1,0	1,3	1,8	2,2	0,3	1,8	2,5	1,8	2,5	1,5	1,8	2,0	2,2	2,2	2,1	2,7	2,3	1,9	2,5	2,0	0,9	1,5	3,1	2,8	1,8	1,0	0,8	2,0	1,9
9:00	1,0	1,6	1,1	2,0	2,3	1,7	1,6	0,7	1,6	2,1	2,9	2,4	1,5	0,6	1,3	2,5	2,6	3,0	2,7	3,2	2,5	0,5	0,6	2,3	2,4	2,1	0,5	1,8	0,8	1,3	1,8
10:00	1,1	2,9	1,2	2,7	1,5	2,5	3,0	2,0	1,8	2,3	3,1	2,7	1,4	2,0	3,0	2,5	2,3	2,8	3,4	4,1	1,6	1,1	2,2	2,9	2,4	1,4	1,6	1,2	2,0	2,6	2,2
11:00	1,5	3,8	3,4	2,8	1,8	1,8	2,8	3,2	0,9	0,8	2,7	2,3	1,9	2,9	3,2	2,9	3,6	3,2	4,3	4,3	4,6	3,2	2,7	3,7	2,1	1,3	2,5	3,3	3,4	2,7	2,8
12:00	1,5	3,0	3,4	2,5	3,1	2,0	3,3	1,7	1,7	3,9	2,9	2,5	2,4	3,0	2,5	3,5	3,8	4,7	3,7	4,7	2,7	2,6	2,9	3,3	3,9	4,1	3,1	2,5	4,0	4,0	3,1
13:00	3,5	4,1	2,8	3,2	2,5	1,5	3,1	1,0	1,4	5,2	2,4	1,7	3,1	4,0	2,8	4,1	4,6	3,9	3,8	5,3	4,9	3,3	3,2	3,3	4,7	3,1	3,1	3,1	3,9	2,6	3,3
14:00	2,6	3,9	3,7	2,4	3,6	3,5	3,3	1,7	2,7	5,1	3,6	2,9	3,2	4,4	2,7	3,6	5,6	3,8	4,5	6,1	4,2	4,1	2,9	4,8	2,5	1,7	2,8	3,3	4,4	3,8	3,6
15:00	4,2	5,4	3,1	2,7	2,2	4,0	2,8	3,9	3,7	5,6	3,9	2,3	3,9	3,6	3,0	3,2	3,9	4,3	4,5	5,3	3,7	3,6	3,4	3,8	4,0	3,4	2,5	4,2	3,6	4,2	3,7
16:00	3,2	4,3	3,5	3,8	2,6	4,0	2,5	4,6	2,6	3,8	3,1	1,4	3,0	4,9	2,0	2,9	3,7	3,4	3,5	4,7	3,6	3,6	2,7	3,8	4,3	2,5	2,3	5,2	3,1	3,3	3,4
17:00	4,4	2,9	2,6	3,5	2,8	3,4	2,6	2,8	2,9	4,4	2,9	1,5	2,7	2,6	3,4	2,6	3,6	4,3	4,7	4,1	3,3	3,8	3,2	3,7	3,2	3,3	2,9	3,4	2,2	3,3	3,2
18:00	2,6	2,4	2,4	2,9	2,9	2,4	2,0	2,4	2,3	3,1	2,9	0,6	2,9	3,4	3,0	3,1	4,4	3,7	2,0	3,1	3,5	3,0	2,9	2,5	3,0	2,5	2,3	2,7	2,0	2,6	2,7
19:00	3,6	2,1	1,8	2,7	1,9	2,2	2,1	2,1	1,8	2,5	3,2	2,2	1,7	3,0	2,3	2,9	3,0	3,1	3,6	3,1	1,8	2,5	1,8	1,9	2,8	2,7	0,6	2,7	1,7	2,3	2,4
20:00	2,9	3,0	2,2	2,2	1,3	2,2	1,8	2,1	2,4	1,0	1,6	2,8	2,1	2,1	3,0	2,2	1,9	1,9	3,2	2,5	2,1	3,1	1,2	1,7	3,5	2,6	1,3	2,1	0,9	3,6	2,2
21:00	2,6	1,8	2,3	2,4	1,7	1,9	2,2	2,2	2,5	2,4	1,8	1,8	1,8	1,4	1,5	1,7	2,3	2,3	2,2	2,0	2,6	3,5	2,8	2,4	3,2	2,3	1,5	2,8	2,8	2,6	2,2
22:00	3,2	2,6	2,9	1,6	2,4	2,0	2,6	2,6	2,1	1,9	2,3	1,9	1,6	1,3	3,3	2,5	1,8	1,3	1,7	1,9	2,4	2,8	2,5	2,8	2,3	1,4	1,4	2,0	1,8	1,8	2,2
23:00	2,3	2,6	1,7	1,5	1,2	2,3	3,4	3,2	0,7	2,9	3,4	1,9	1,2	1,4	1,0	2,1	1,6	3,1	1,7	1,5	2,0	2,4	2,5	3,5	2,2	1,4	2,4	2,9	2,2	2,6	2,2
Promedios diarios	2,1	2,6	2,1	2,3	2,1	2,1	2,2	2,1	1,8	2,6	2,6	2,1	2,0	2,2	2,2	2,4	2,7	2,8	2,8	3,1	2,6	2,6	2,3	2,7	2,8	2,2	1,6	2,4	2,4	2,6	2,4

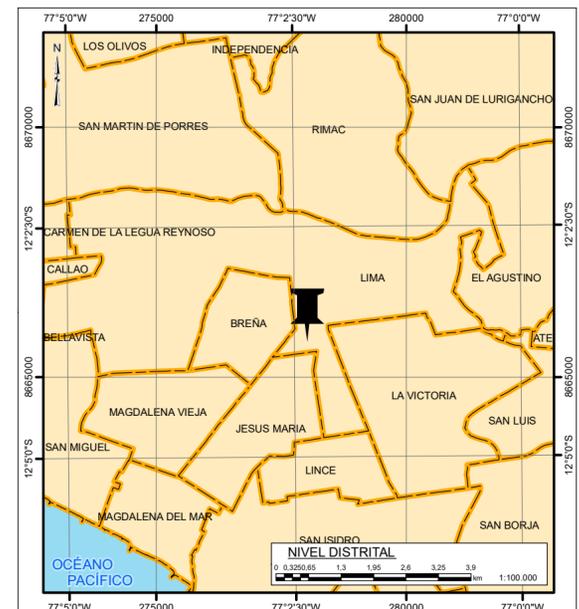
Anexo 4. Plano de ubicación del jardín vertical piloto.



UBICACIÓN PROVINCIAL

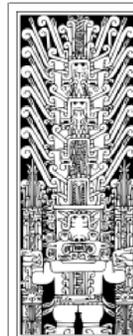


UBICACIÓN DISTRITAL



LEYENDA

- ENVIRO EVOLUTION
- Límite distrital
- Límite provincial



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

FACULTAD DE ING. GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

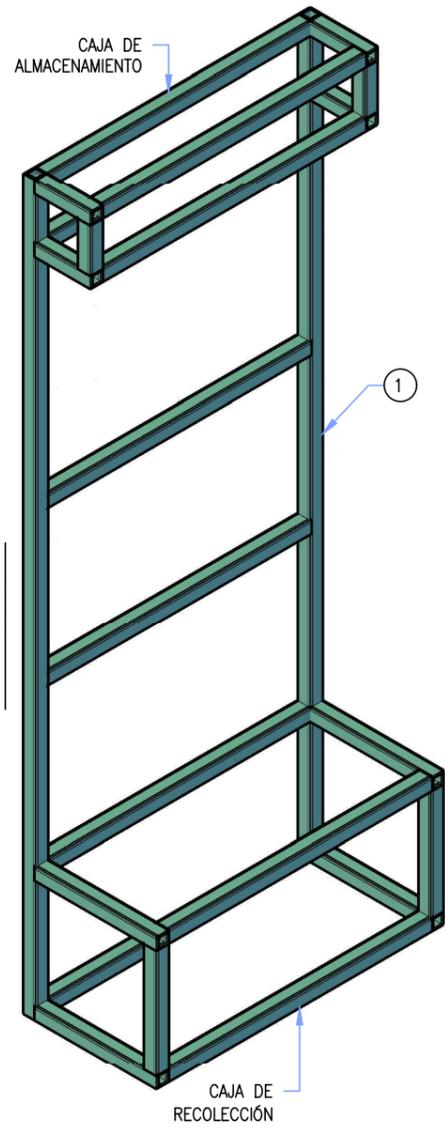
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

UBICACIÓN DEL JARDÍN VERTICAL PILOTO

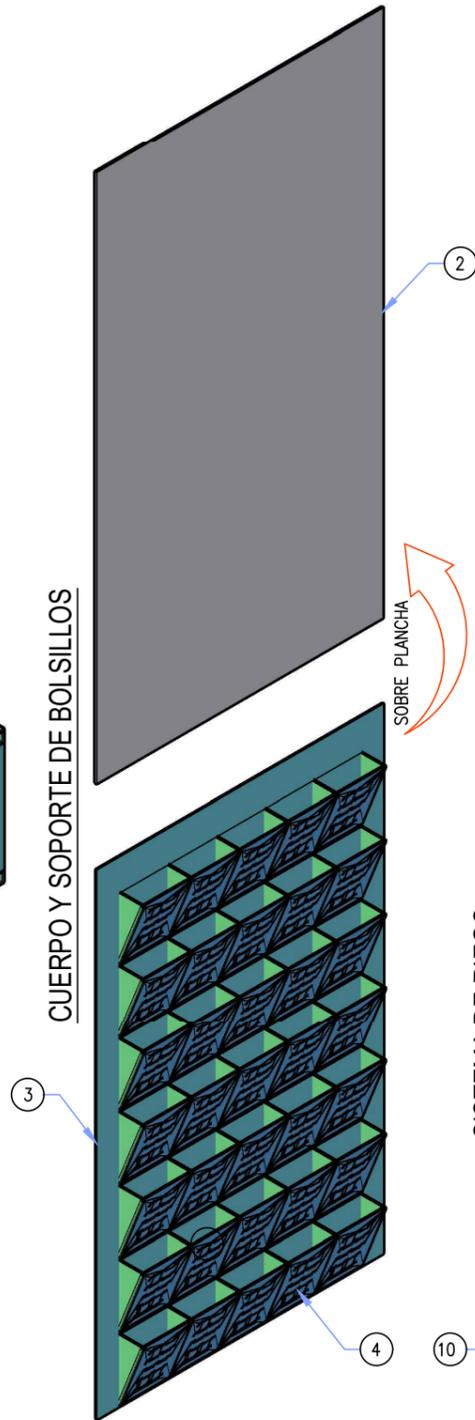
Fuente: Open Street Map	Elaborado por: Bach. Katherine Lissett Paredes Guerrero	Revisado por: Dr. Edwin Galarza Zapata	Plano N°: 1
Escala: 1 / 1 000			

Anexo 5. Plano de componentes del jardín vertical piloto.

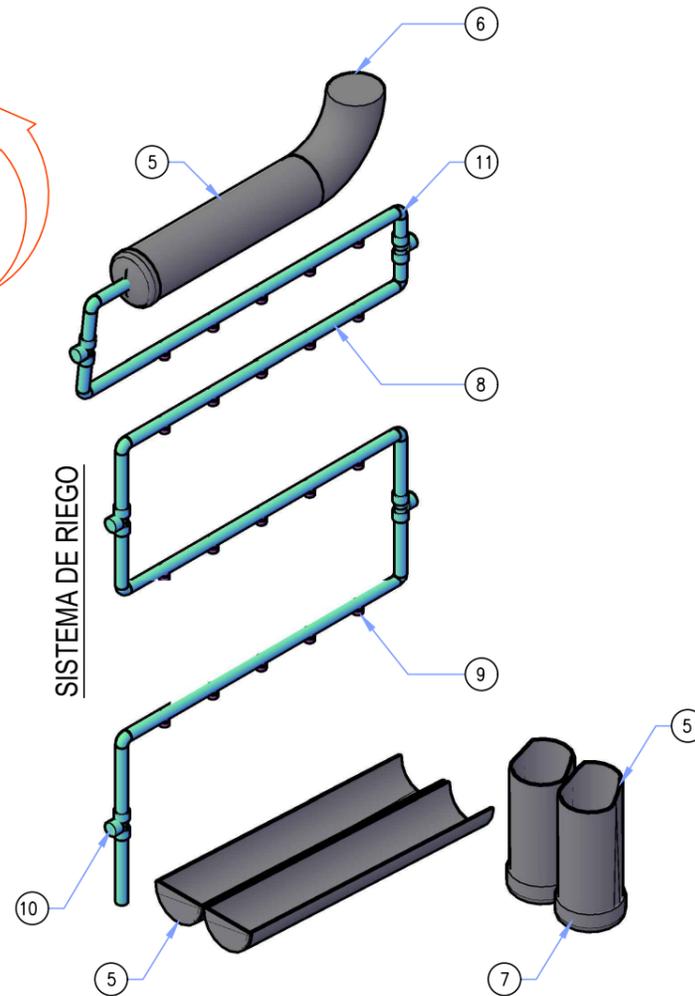
ESTRUCTURA



CUERPO Y SOPORTE DE BOLSILLOS



SISTEMA DE RIEGO



LISTA DE MATERIALES DE FABRICACIÓN

ITEM	MEDIDAS Y/O DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1"	TUBO CUADRADO A36	NOTA
2	NOTA	PLANCHA DE CARTÓN PENSADO	1
3	NOTA	MANTAS PARA JARDÍN VERTICAL	2
4	14x11x55 cm	BOLSILLOS CON AGUJEROS DE FILTRACIÓN DE AGUA	35
5	ø4"	TUBO PVC	2 mts.
6	ø4"	CODO DE PVC	1 und.
7	ø4"	TAPA PARA TUBO DE PVC	3 und.
8	ø16 mm	MAGUERA DE POLIETILENO	5 mts.
9	ø16 mm	GOTEROS REGULABLES	20 und.
10	ø16 mm	LLAVES	6 und.
11	ø16 mm	CODOS	12 und.

LISTA DE MATERIALES

ITEM	MEDIDAS Y/O DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
12	1 m ²	LÁMINA DE PLÁSTICO GRUESO	1 und.
13	-	CAÑO	1 und.
14	65x30 cm	REJILLA METÁLICA GALVANIZADA	1 und.
15	ø3/16"x1 1/2"	PERNO STOVE BOLT C/TUERCA	50 und.
16	ø3/16"x1/2"	PERNO ATORROSCANTE	36 und.
17	-	PERNO ATORROSCANTE PARA METAL	12 und.
18	-	WACHAS	100 und.
19	-	SUJETADORES	12 und.
20	-	ABRAZADERA DE METAL	1 und.
21	-	LATA DE PEGAMENTO AZUL PARA PVC	1 und.
22	-	BOLSA DE MUSGOS	4 und.
23	-	SACO DE 7 kg DE TIERRA NEGRA	1 und.
24	-	ESPECIES VEGETALES "LA SEÑORITA"	15 und.



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

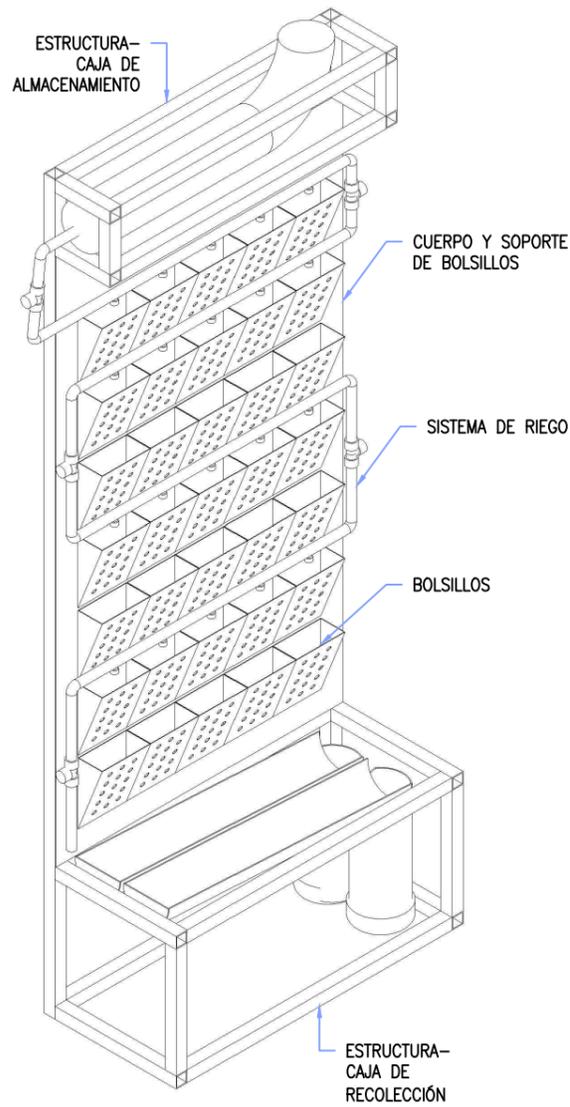
FACULTAD DE ING. GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

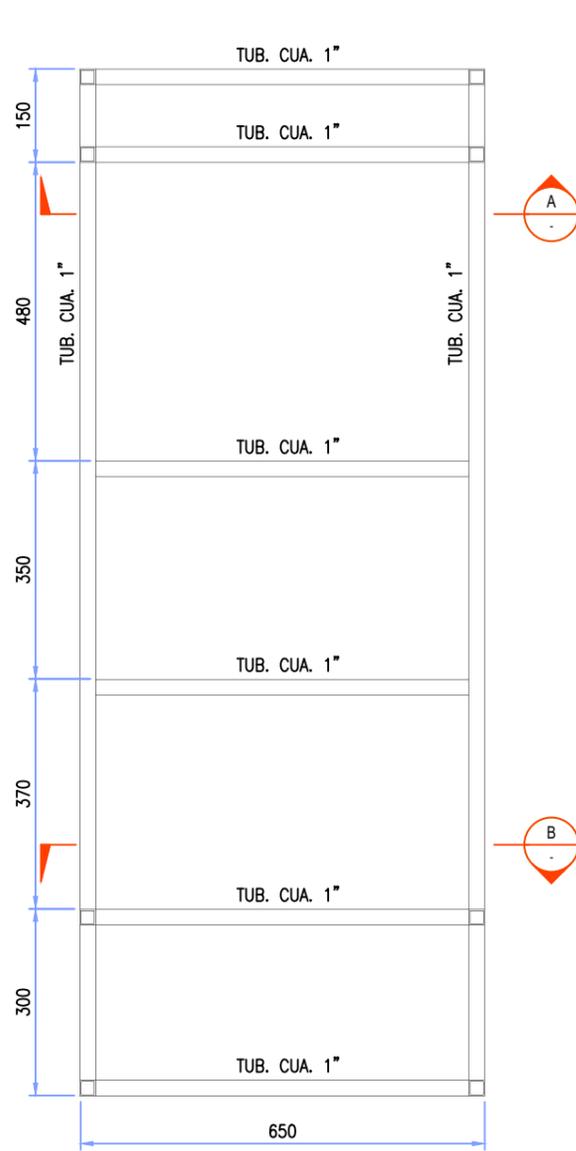
COMPONENTES DEL JARDÍN VERTICAL PILOTO

Fuente: Elaboración propia	Elaborado por: Bach. Katherine Lissett Paredes Guerrero	Revisado por: Dr. Edwin Galarza Zapata	Plano N°: 2
-------------------------------	---	--	----------------

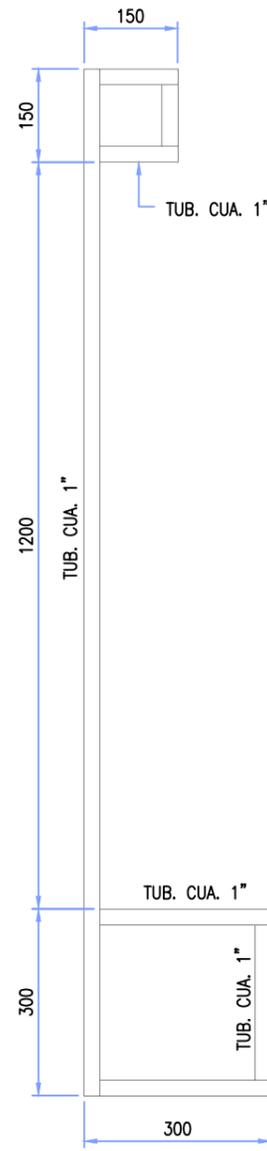
Anexo 6. Plano de diseño de la estructura metálica del jardín vertical piloto.



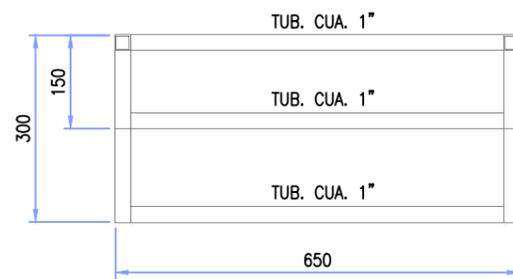
**VISTA ISOMÉTRICA -
PILOTO DE JARDÍN VERTICAL**
ESC.: 1/10



VISTA FRONTAL

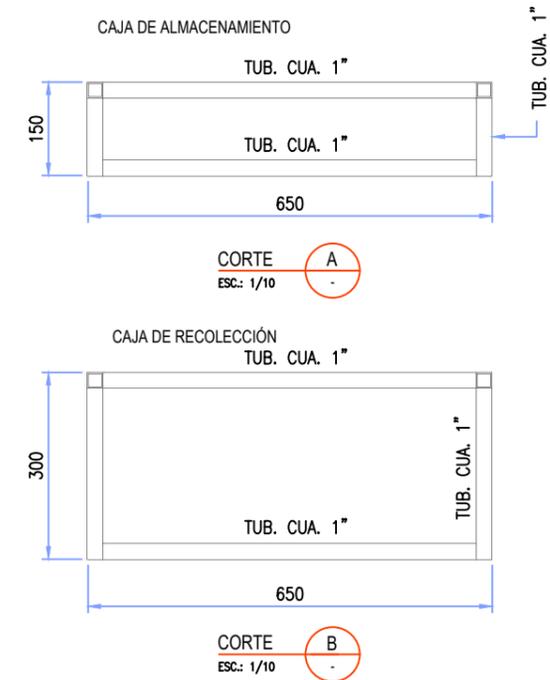


VISTA LATERAL



VISTA DE PLANTA

ESTRUCTURA
ESC.: 1/10



NOTA:

-TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EXPRESADAS EN MILÍMETROS, CASO CONTRARIO SE INDICARÁ EN EL PLANO.



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL			
FACULTAD DE ING. GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO			
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL			
ESTRUCTURA METÁLICA DEL JARDÍN VERTICAL PILOTO			
Fuente: Elaboración propia	Elaborado por: Bach. Katherine Lissett Paredes Guerrero	Revisado por: Dr. Edwin Galarza Zapata	Plano N°: 3
Escala: 1/10			

Anexo 7. Ficha técnica de las mantas del jardín vertical piloto.

FICHA INFORMATIVA: MANTA PARA JARDÍN VERTICAL		
1. DATOS DEL REPRESENTANTE:		
RAZÓN SOCIAL:	JARDÍN URBANO	
Registro Único de Contribuyentes (RUC):	20547397615	
2. DATOS DEL PRODUCTO:		
LOCACIÓN:		
Zona de Entrega: Vivero- C/ Los Canarios Mz D2, Lte 09. Sta. María de Huachipa – Lurigancho.		
.		
TIPO DE PRODUCTO:		FORMAS DE VENTA:
<i>Manta impermeabilizada para jardines verticales, muros verdes, cuadros vivos, jardines verticales móviles, y demás.</i>		Mantas de 25 bolsillos.
DIMENSIONES	INCLUYE:	TIPO DE SUSTRATO:
<i>Altura: 85cm Ancho: 65cm</i>	1 Manta vertical. Material de instalación: 4 tarugos, 4 armellas y 4 tornillos de acero.	Pueden usarse todos los sustratos disponibles, pero recomendamos utilizar SUSTRATO LIGERO JARDIN URBANO , por su excelente resultado.
AREA:	TOLERANCIA A FACTORES AMBIENTALES	RIEGO:
<i>2 Mantas x cada m2</i>	Soporta Rayos UV, Lluvia, Sales. Tiempo de vida: 5 años aprox.	Aprox. 400 ml x bolsillo, frecuencia de riego depende de la planta y el clima. Puede utilizarse riego tecnificado.
DESCRIPCIÓN:		
Mantas de material impermeable, diseñadas para implementar jardines verticales y muros verdes. De fácil instalación y mantenimiento. Las mantas pueden ser sobrepuestas al costado y debajo de otra, logrando la cobertura máxima del área deseada. Pueden ser transportadas a otros lugares después de su instalación de ser necesario		
3. CUIDADOS Y REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS:		
EXPOSICIÓN:	USOS:	
Puede ser empleada tanto en muros exteriores como interiores.	Es usado en macetas, jardines verticales, techos verdes, zonas recreacionales, jardines residenciales, jardines interiores, centros comerciales, orillas de carreteras entre otros.	
SUELO o SUSTRATO:		
Se recomienda un sustrato ligero de buena aireación y drenaje como SUSTRATO LIGERO JARDIN URBANO , pero pueden utilizarse todos los tipos de sustrato disponible en el mercado.		
INSTALACIÓN		
De fácil instalación. La manta viene lista para ser instalada, basta con ubicarla en el lugar deseado, marcar la zona donde irán los tornillos, taladrar y luego atornillar la manta al muro. Luego de esto llenar los bolsillos con sustrato y colocar las plantas. Pueden ser instaladas con riego tecnificado.		
MANTENIMIENTO		
La manta de por si no necesita mantenimiento, más si el jardín que se instale (podas, fertilización, etc.)		

Anexo 8. Procedimiento de laboratorio.

Lavado de crisoles o cápsulas a utilizar.



Secado de crisoles o cápsulas



Enfriado y desecado de los crisoles o cápsulas por 30 minutos.



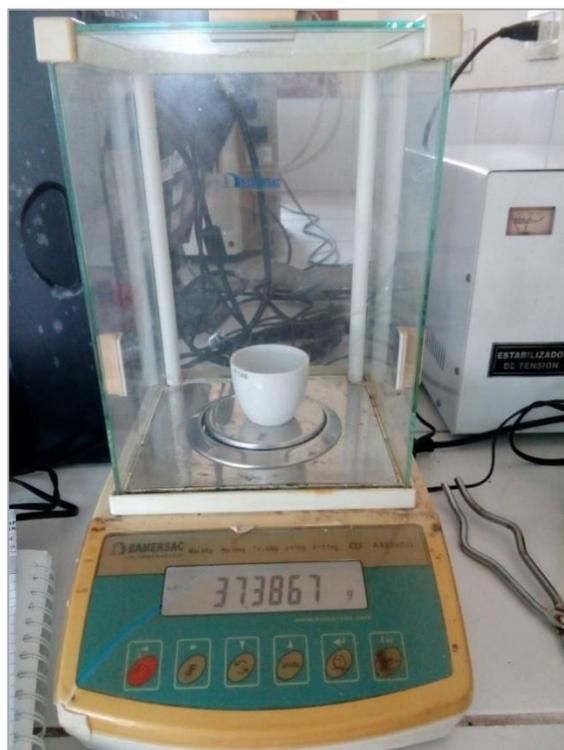
Crisoles o cápsulas colocadas en el desecador.



Retiro de los crisoles o cápsulas del desecador para su pesaje en la balanza analítica.



Pesaje de cada crisol o cápsula para la obtención de la “masa inicial”.



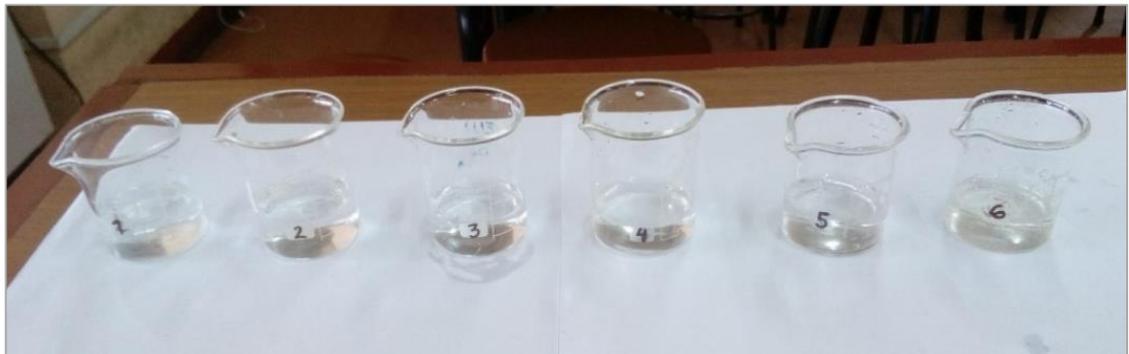
Lavado y secado a temperatura ambiente de vasos precipitados de 50 ml.



Lavado de las hojas muestreadas en los vasos precipitados, utilizando agua destilada.



Agua de lavado de las hojas muestreadas en sus respectivos vasos precipitados.



Transferencia del agua de lavado a los crisoles o cápsulas.



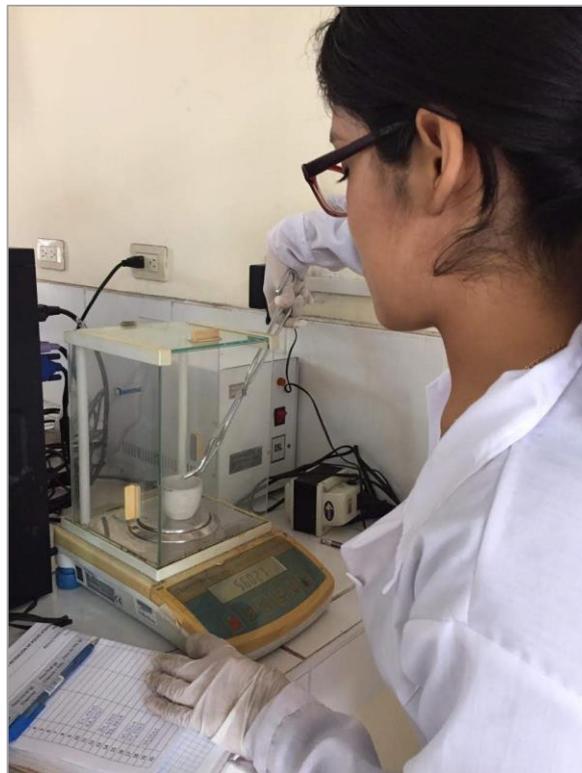
Evaporación a sequedad del agua de lavado en estufa a 105 °C.



Enfriado y desecado de los crisoles o cápsulas.



Pesaje de cada crisol o cápsula para la obtención de su “masa final”.

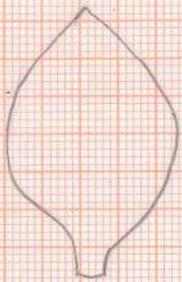


Anexo 9. Cálculo de las superficies foliares de las hojas muestreadas.

SUPERFICIES FOLIARES DE HOJAS MUESTREADAS EL

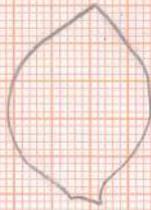
10-07-2019

1



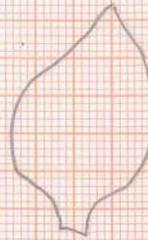
$$S_1 = 503 \text{ mm}^2$$

2



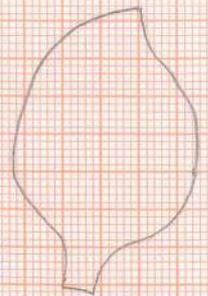
$$S_2 = 326 \text{ mm}^2$$

3



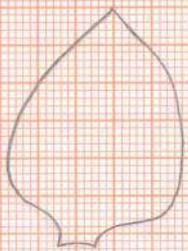
$$S_3 = 356 \text{ mm}^2$$

4



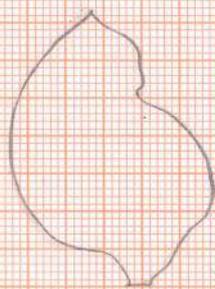
$$S_4 = 591 \text{ mm}^2$$

5



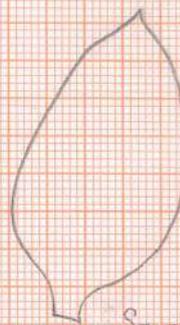
$$S_5 = 483 \text{ mm}^2$$

6



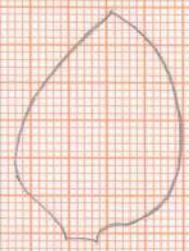
$$S_6 = 594 \text{ mm}^2$$

7



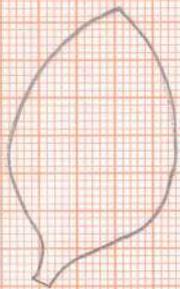
$$S_7 = 568 \text{ mm}^2$$

8



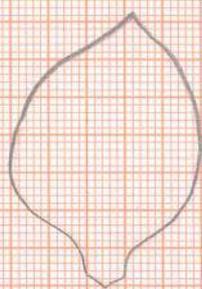
$$S_8 = 461 \text{ mm}^2$$

9



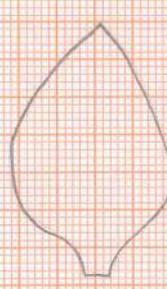
$$S_9 = 520 \text{ mm}^2$$

10



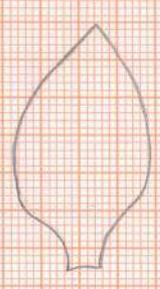
$$S_{10} = 561 \text{ mm}^2$$

11



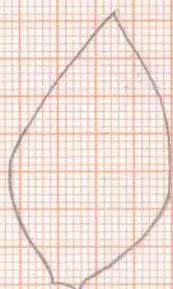
$$S_{11} = 470 \text{ mm}^2$$

12



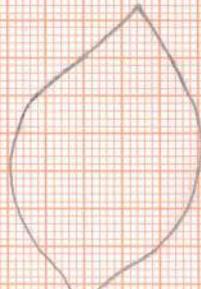
$$S_{12} = 370 \text{ mm}^2$$

13



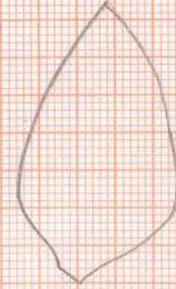
$$S_{13} = 493 \text{ mm}^2$$

14



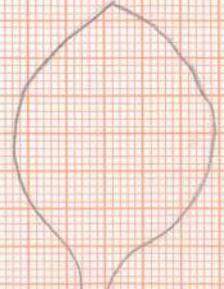
$$S_{14} = 626 \text{ mm}^2$$

15



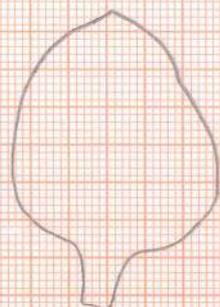
$$S_{15} = 496 \text{ mm}^2$$

16



$$S_{16} = 674 \text{ mm}^2$$

17

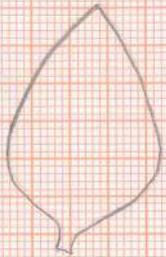


$$S_{17} = 670 \text{ mm}^2$$

SUPERFICIES FOLIARES DE HOJAS MUESTREADAS EL

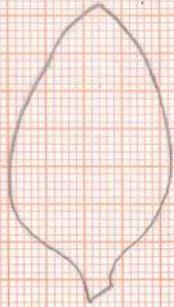
10-08-2019

1



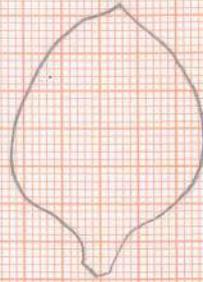
$$S_1 = 401 \text{ mm}^2$$

2



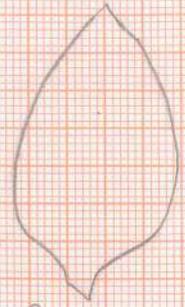
$$S_2 = 549 \text{ mm}^2$$

3



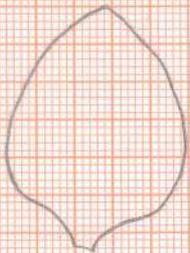
$$S_3 = 601 \text{ mm}^2$$

4



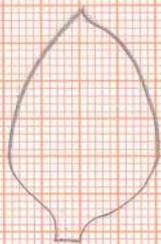
$$S_4 = 544 \text{ mm}^2$$

5



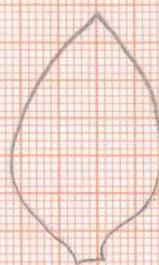
$$S_5 = 546 \text{ mm}^2$$

6



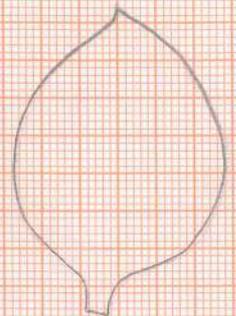
$$S_6 = 394 \text{ mm}^2$$

7



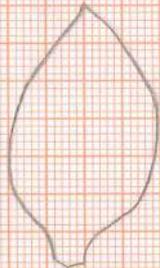
$$S_7 = 426 \text{ mm}^2$$

8



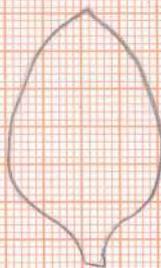
$$S_8 = 733 \text{ mm}^2$$

9



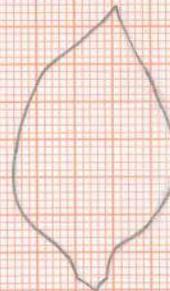
$$S_9 = 454 \text{ mm}^2$$

10



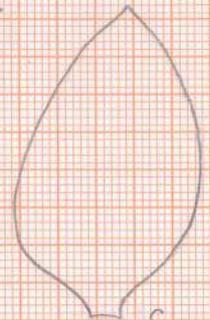
$$S_{10} = 463 \text{ mm}^2$$

11



$$S_{11} = 487 \text{ mm}^2$$

12



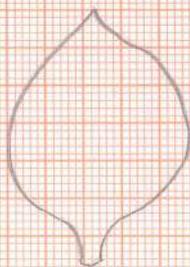
$$S_{12} = 677 \text{ mm}^2$$

13



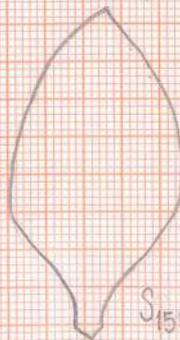
$$S_{13} = 435 \text{ mm}^2$$

14



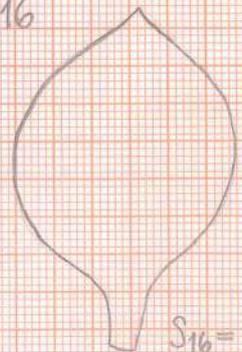
$$S_{14} = 481 \text{ mm}^2$$

15



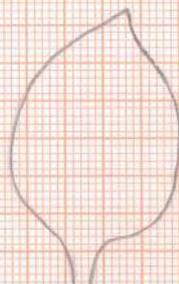
$$S_{15} = 607 \text{ mm}^2$$

16



$$S_{16} = 757 \text{ mm}^2$$

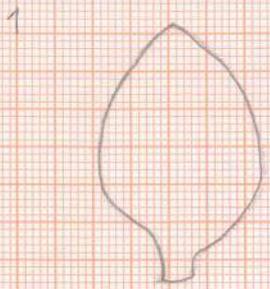
17



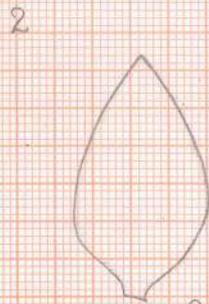
$$S_{17} = 526 \text{ mm}^2$$

SUPERFICIES FOLIARES DE HOJAS MUESTREADAS EL

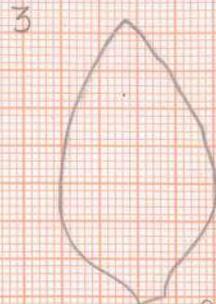
10 - 09 - 2019



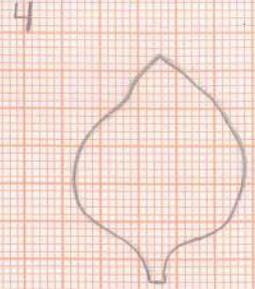
$$S_1 = 470 \text{ mm}^2$$



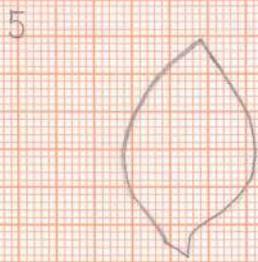
$$S_2 = 356 \text{ mm}^2$$



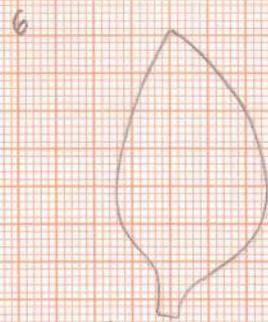
$$S_3 = 496 \text{ mm}^2$$



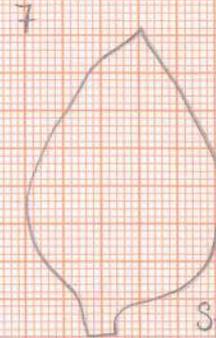
$$S_4 = 406 \text{ mm}^2$$



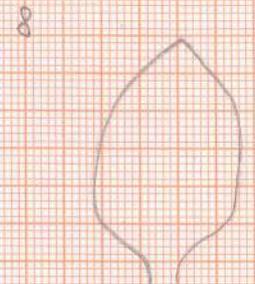
$$S_5 = 306 \text{ mm}^2$$



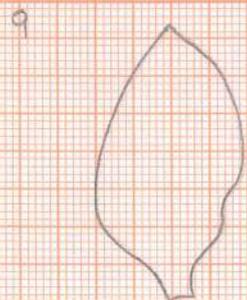
$$S_6 = 466 \text{ mm}^2$$



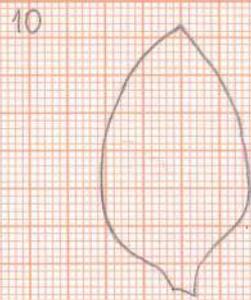
$$S_7 = 645 \text{ mm}^2$$



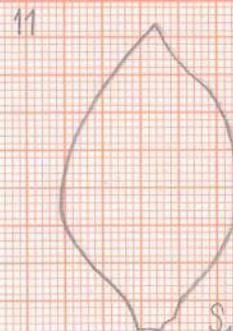
$$S_8 = 423 \text{ mm}^2$$



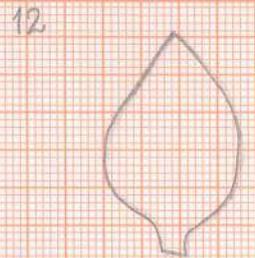
$$S_9 = 436 \text{ mm}^2$$



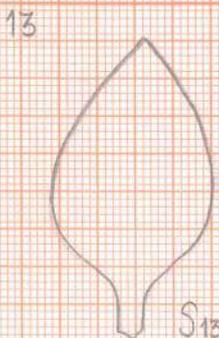
$$S_{10} = 443 \text{ mm}^2$$



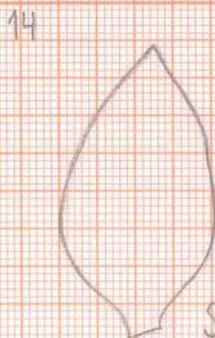
$$S_{11} = 599 \text{ mm}^2$$



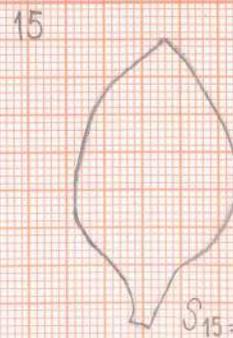
$$S_{12} = 326 \text{ mm}^2$$



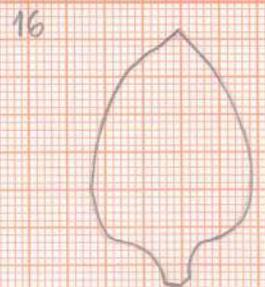
$$S_{13} = 495 \text{ mm}^2$$



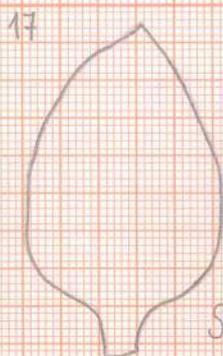
$$S_{14} = 505 \text{ mm}^2$$



$$S_{15} = 497 \text{ mm}^2$$



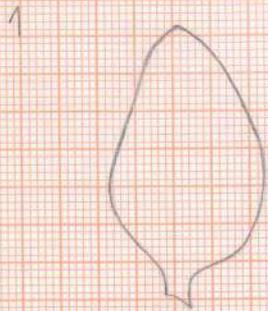
$$S_{16} = 464 \text{ mm}^2$$



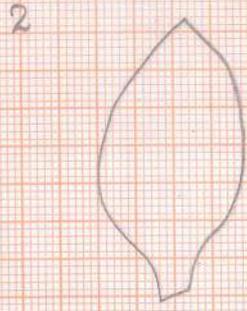
$$S_{17} = 739 \text{ mm}^2$$

SUPERFICIES FOLIARES DE HOJAS MUESTREADAS EL

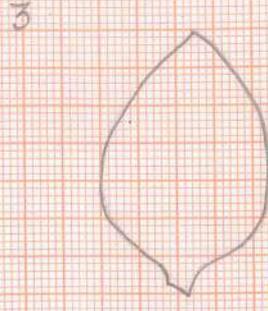
10 - 10 - 2019



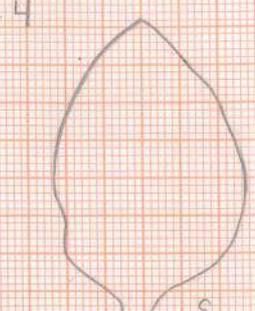
$$S_1 = 482 \text{ mm}^2$$



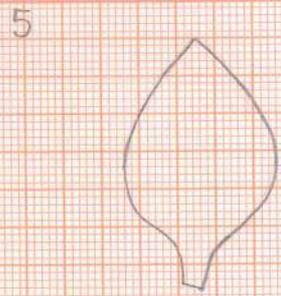
$$S_2 = 454 \text{ mm}^2$$



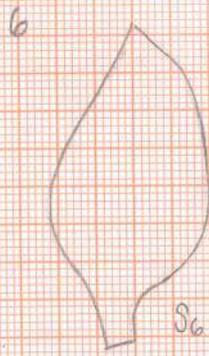
$$S_3 = 493 \text{ mm}^2$$



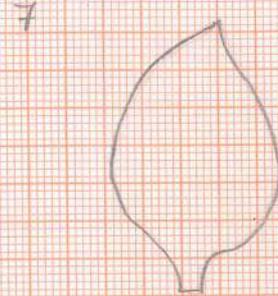
$$S_4 = 679 \text{ mm}^2$$



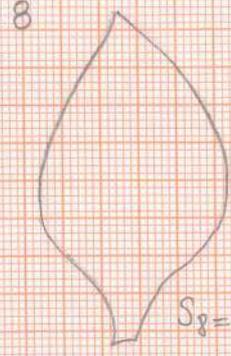
$$S_5 = 392 \text{ mm}^2$$



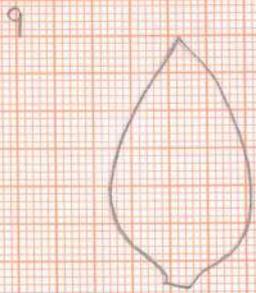
$$S_6 = 529 \text{ mm}^2$$



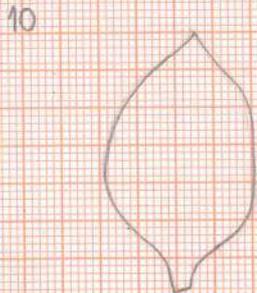
$$S_7 = 487 \text{ mm}^2$$



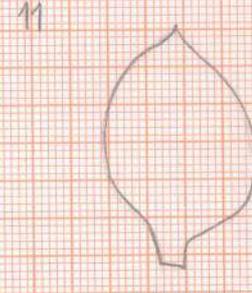
$$S_8 = 639 \text{ mm}^2$$



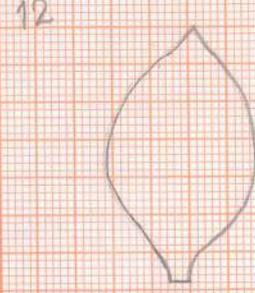
$$S_9 = 398 \text{ mm}^2$$



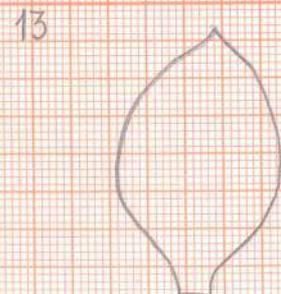
$$S_{10} = 421 \text{ mm}^2$$



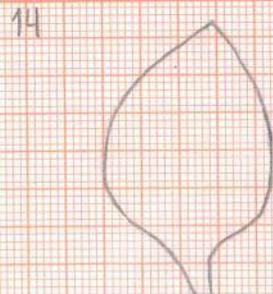
$$S_{11} = 384 \text{ mm}^2$$



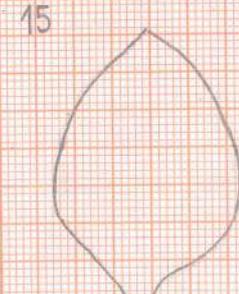
$$S_{12} = 419 \text{ mm}^2$$



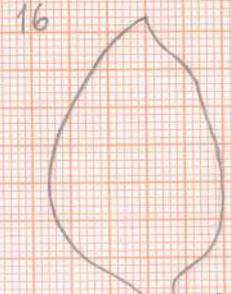
$$S_{13} = 485 \text{ mm}^2$$



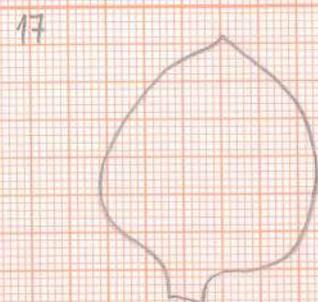
$$S_{14} = 507 \text{ mm}^2$$



$$S_{15} = 604 \text{ mm}^2$$



$$S_{16} = 574 \text{ mm}^2$$



$$S_{17} = 665 \text{ mm}^2$$

Anexo 10. Valores críticos para la prueba de discordancia de tipo Dixon N7 de un valor atípico superior en una muestra normal.

<i>n</i>	CL SL α	70% 30% 0.30	80% 20% 0.20	90% 10% 0.10	95% 5% 0.05	98% 2% 0.02	99% 1% 0.01	99.5% 0.5% 0.005
3		0.6836	0.7808	0.8850	0.9411	0.9763	0.9881	0.9940
4		0.4704	0.5603	0.6789	0.7651	0.8457	0.8886	0.9201
5		0.3730	0.4508	0.5578	0.6423	0.7291	0.7819	0.8234
6		0.3173	0.3868	0.4840	0.5624	0.6458	0.6987	0.7437
7		0.2811	0.3444	0.4340	0.5077	0.5864	0.6371	0.6809
8		0.2550	0.3138	0.3979	0.4673	0.5432	0.5914	0.6336
9		0.2361	0.2915	0.3704	0.4363	0.5091	0.5554	0.5952
10		0.2208	0.2735	0.3492	0.4122	0.4813	0.5260	0.5658
11		0.2086	0.2586	0.3312	0.3922	0.4591	0.5028	0.5416
12		0.1983	0.2467	0.3170	0.3755	0.4405	0.4831	0.5208
13		0.1898	0.2366	0.3045	0.3615	0.4250	0.4664	0.5034
14		0.1826	0.2280	0.2938	0.3496	0.4118	0.4517	0.4869
15		0.1764	0.2202	0.2848	0.3389	0.3991	0.4385	0.4739
16		0.1707	0.2137	0.2765	0.3293	0.3883	0.4268	0.4614
17		0.1656	0.2077	0.2691	0.3208	0.3792	0.4166	0.4504
18		0.1613	0.2023	0.2626	0.3135	0.3711	0.4081	0.4423
19		0.1572	0.1973	0.2564	0.3068	0.3630	0.4002	0.4333
20		0.1535	0.1929	0.2511	0.3005	0.3562	0.3922	0.4247
21		0.1504	0.1890	0.2460	0.2947	0.3495	0.3854	0.4173
22		0.1474	0.1854	0.2415	0.2895	0.3439	0.3789	0.4109
23		0.1446	0.1820	0.2377	0.2851	0.3384	0.3740	0.4051
24		0.1420	0.1790	0.2337	0.2804	0.3328	0.3674	0.3986
25		0.1397	0.1761	0.2303	0.2763	0.3287	0.3625	0.3935
26		0.1376	0.1735	0.2269	0.2725	0.3242	0.3583	0.3889
27		0.1355	0.1710	0.2237	0.2686	0.3202	0.3543	0.3843
28		0.1335	0.1687	0.2208	0.2655	0.3163	0.3499	0.3801
29		0.1318	0.1664	0.2182	0.2622	0.3127	0.3460	0.3762
30		0.1300	0.1645	0.2155	0.2594	0.3093	0.3425	0.3718
31		0.1283	0.1624	0.2132	0.2567	0.3060	0.3390	0.3685
32		0.1268	0.1604	0.2110	0.2541	0.3036	0.3357	0.3646
33		0.1255	0.1590	0.2088	0.2513	0.2999	0.3323	0.3610
34		0.1240	0.1571	0.2066	0.2488	0.2973	0.3294	0.3583
35		0.1227	0.1555	0.2045	0.2467	0.2948	0.3266	0.3548
36		0.1215	0.1540	0.2026	0.2445	0.2921	0.3238	0.3522
37		0.1202	0.1525	0.2008	0.2423	0.2898	0.3213	0.3498
38		0.1192	0.1512	0.1993	0.2408	0.2879	0.3187	0.3465
39		0.1181	0.1499	0.1974	0.2383	0.2853	0.3163	0.3443
40		0.1169	0.1484	0.1958	0.2366	0.2836	0.3141	0.3415
41		0.1160	0.1472	0.1944	0.2350	0.2815	0.3124	0.3400
42		0.1153	0.1462	0.1930	0.2334	0.2794	0.3102	0.3377
43		0.1141	0.1449	0.1915	0.2319	0.2778	0.3081	0.3353
44		0.1134	0.1441	0.1902	0.2302	0.2758	0.3061	0.3332
45		0.1124	0.1430	0.1890	0.2288	0.2744	0.3050	0.3325
46		0.1116	0.1418	0.1875	0.2273	0.2726	0.3028	0.3298
47		0.1108	0.1408	0.1865	0.2257	0.2711	0.3009	0.3279
48		0.1102	0.1400	0.1850	0.2241	0.2690	0.2991	0.3256
49		0.1093	0.1390	0.1839	0.2228	0.2676	0.2972	0.3235
50		0.1087	0.1381	0.1829	0.2216	0.2662	0.2960	0.3225

Anexo 11. Costo total de investigación

CÓD.	BIENES Y SERVICIOS	CANT.	UNID.	PRECIO UNITARIO (S/)	PRECIO TOTAL (S/)
I. BIENES					
I.1. EQUIPOS					
001B	Laptop ASUS Core i5	1	unid.	S/2.000,00	S/2.000,00
002B	Cámara digital Canon	1	unid.	S/500,00	S/500,00
003B	Termohigrómetro RHT 10	1	unid.	S/380,00	S/380,00
004B	Impresora multifuncional hp	1	unid.	S/200,00	S/200,00
005B	Calculadora fx-570LA PLUS	1	unid.	S/60,00	S/60,00
006B	Balanza granera Kambor (5 kg)	1	unid.	S/25,00	S/25,00
SUBTOTAL DE EQUIPOS (S/)					S/3.165,00
I.2. HERRAMIENTAS					
007B	Taladro atornillador	1	unid.	S/100,00	S/100,00
008B	Martillo	1	unid.	S/30,00	S/30,00
009B	Sierra	1	unid.	S/30,00	S/30,00
010B	Destornillador punta plana	1	unid.	S/5,00	S/5,00
011B	Destornillador punta estrella	1	unid.	S/5,00	S/5,00
012B	Tijeras	2	unid.	S/5,00	S/10,00
013B	Wincha de 5m	1	unid.	S/12,00	S/12,00
014B	Brocha de 1 1/2 "	1	unid.	S/4,00	S/4,00
SUBTOTAL DE HERRAMIENTAS (S/)					S/196,00
I.3. MATERIALES					
I.3.1. Materiales para implementación del jardín vertical piloto					
015B	Estructura metálica según diseño	1	unid.	S/250,00	S/250,00
016B	Plancha MDF	1	unid.	S/25,00	S/25,00
017B	Mantas verticales	2	unid.	S/50,00	S/100,00
018B	Especies vegetales "La Señorita"	20	unid.	S/1,50	S/30,00
019B	Tierra negra (7kg)	1	saco	S/7,00	S/7,00
020B	Musgo seco	3	bolsas	S/3,00	S/9,00

021B	Lámina de polietileno	2	m ²	S/7,00	S/14,00
022B	Tubo PVC de 4"	3	m	S/6,00	S/18,00
023B	Tapas para tubo PVC de 4"	5	unid.	S/2,00	S/10,00
024B	Codo 4" x 90°	1	unid.	S/3,50	S/3,50
025B	Caño de plástico	1	unid.	S/3,00	S/3,00
026B	Manguera de polietileno de 16 mm	5	m	S/5,00	S/25,00
027B	Goteros regulables azules	1	ciento	S/15,00	S/15,00
028B	Llaves de 16mm	6	unid.	S/1,50	S/9,00
029B	Codos de 16mm	12	unid.	S/0,50	S/6,00
030B	Sujetadores	1	docena	S/3,00	S/3,00
031B	Abrazadera de metal	1	unid.	S/1,00	S/1,00
032B	Rejilla metálica galvanizada (65 cm x 30 cm)	1	unid.	S/5,00	S/5,00
033B	Bisagras	2	unid.	S/1,50	S/3,00
034B	Pernos stove bolt 3/16 x 1 1/2 (con tuercas y wachas)	0,5	ciento	S/15,00	S/7,50
035B	Pernos autorroscantes 3/16" x 1/2"	4	docenas	S/1,00	S/4,00
036B	Pegamento para PVC azul	1	lata	S/11,00	S/11,00
037B	Pintura Látex blanco humo	1	galón	S/20,00	S/20,00
Subtotal de materiales para implementación del jardín vertical piloto (S/)					S/579,00
I.3.2. Materiales para instalación del termohigrómetro					
038B	Plato acrílico blanco	1	unid.	S/3,00	S/3,00
039B	Cono plastificado	1	unid.	S/5,00	S/5,00
040B	Listón de madera	1	unid.	S/5,00	S/5,00
041B	Clavos de 1 1/2 " (50 g)	1	bolsa	S/1,00	S/1,00
Subtotal de materiales para instalación del termohigrómetro (S/)					S/14,00
I.3.3. Materiales para muestreo y análisis de laboratorio					
042B	Caja organizadora # 20	3	unid.	S/6,00	S/18,00
043B	Recipiente M&K	3	unid.	S/2,00	S/6,00
044B	Maleta de plástico N° 16	1	unid.	S/28,00	S/28,00
045B	Tijera	1	unid.	S/5,00	S/5,00
046B	Pinzas	2	unid.	S/1,00	S/2,00

047B	Guardapolvos	1	unid.	S/20,00	S/20,00
048B	Guantes	1	caja	S/12,00	S/12,00
049B	Máscaras N95	3	unid.	S/3,00	S/9,00
050B	Libreta de apuntes	1	unid.	S/10,00	S/10,00
Subtotal de materiales para muestreo y análisis de laboratorio (S/)					S/110,00
I.3.4. Materiales de escritorio y gabinete					
051B	Tinta hp 122 XL-Negro	1	cartucho	S/110,00	S/110,00
052B	Tinta hp 122 XL-Tricolor	1	cartucho	S/110,00	S/110,00
053B	Memoria USB 8 Gb Kingston	1	unid.	S/25,00	S/25,00
057B	CD's	2	discos	S/1,50	S/3,00
058B	Papel bond A4 (500 hojas)	3	paquetes	S/15,00	S/45,00
059B	Materiales de oficina (lapiceros, lápices, borrador, tajador, clips)	1	paquete	S/12,00	S/12,00
060B	Block A4 de papel milimetrado	1	unid.	S/4,00	S/4,00
061B	Hojas canson	12	unid.	S/0,50	S/6,00
Subtotal de materiales de escritorio y gabinete(S/)					S/315,00
SUBTOTAL DE MATERIALES (S/)					S/1.018,00
SUBTOTAL DE BIENES (S/.)					S/4.379,00
II. SERVICIOS					
001S	Servicio de Internet	9	meses	S/50,00	S/450,00
002S	Servicio de transporte (materiales y muestras)	7	carreras	S/15,00	S/105,00
003S	Alquiler de espacio para jardín vertical piloto y materiales	9	meses	S/40,00	S/360,00
004S	Personal de apoyo para construcción del jardín vertical	4	días	S/50,00	S/200,00
005S	Servicio de investigación (tesista)	9	meses	S/1.200,00	S/10.800,00
006S	Análisis de laboratorio	68	muestras	S/30,00	S/2.040,00
007S	Empastado de tesis	1	unid.	S/50,00	S/50,00
SUBTOTAL DE SERVICIOS (S/.)					S/14.005,00
SUBTOTAL DE BIENES (S/.)					S/4.379,00
TOTAL (S/.)					S/18.384,00

Fuente: Elaboración propia.