



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES
PESADOS EN AGUA Y SUELO EN LAS LOMAS DE VILLA
MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO -
2022”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Sebastian Poblete Rosas (0000-0002-5690-1313)

Asesor:

Edgar Avelino Marcelino Tarmeño (0000-0003-0301-0629)

Lima – Perú

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 12 de abril del 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Noé Ordóñez Machicao
Miembro: Mg. Wilbert Cruz Hilacondo
Miembro: Mg. Vladimir Fernando Camel Paucar

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUA Y SUELO EN LAS LOMAS DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO - 2022”

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Sebastián Poblete Rosas**

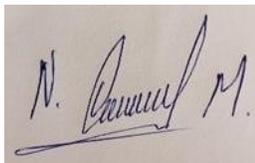
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Edgar Avelino Marcelino Tarmeño

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Tesista: Sebastián Poblete Rosas		Nota (en letras): 15 (QUINCE)	
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Noé Ordóñez Machicao
Presidente



Mg. Wilbert Cruz Hilacondo
Miembro 1



Mg. Vladimir Fernando Camel Paucar
Miembro 2



Mg. Edgar Avelino Marcelino Tarmeño
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 24 de abril del 2024

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: Sebastián Poblete Rosas, egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Edgar Avelino Marcelino Tarmeño, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: "Evaluación de la concentración de metales pesados en agua y suelo en las lomas de Villa María del Triunfo durante la estación de invierno – 2022", sustentado para obtener el título/grado de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

**Firma tesista
DNI: 47870991**

**Firma del asesor de tesis
DNI:10706424**

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Evaluación de la concentración de metales pesados en agua y suelo en las lomas de Villa María del Triunfo durante la estación de invierno - 2022

Autores. Sebastian Poblete Rosas

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2425359386).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir citas, excluir fuentes de menos de 12 palabras.

v.3.0. Evaluación de la concentración

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	fddocuments.es Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
5	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

Dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia, especialmente a mis padres, quienes han sido mi apoyo incondicional en los momentos difíciles. Agradezco profundamente por enseñarme a enfrentar los desafíos sin perder la calma ni rendirme en el intento. También quiero reconocer y agradecer a mis amigos por brindarme su apoyo invaluable en la construcción de los atrapanieblas. Su colaboración y trabajo en equipo fueron fundamentales para los objetivos. Además, quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Asociación Circuito Ecoturístico Lomas de Paraíso por su generosidad al permitirme utilizar el espacio del vivero para guardar los materiales. Su apoyo fue fundamental para llevar a cabo este proyecto de manera exitosa. Espero que los resultados de la presente investigación contribuyan a enriquecer el conocimiento sobre la contaminación en las lomas de Lima, y que sirvan como base para futuros estudios y acciones encaminadas a preservar y proteger este importante ecosistema

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis. En primer lugar, quiero dedicar este trabajo a mis padres, quienes han sido mi principal fuente de apoyo y motivación a lo largo de este camino académico. Su amor incondicional y su constante aliento fueron fundamentales para mantenerme enfocado y perseverante, incluso en los momentos más difíciles.

También quiero agradecer a mis amigos, cuya colaboración y ayuda en la construcción de los atrapanieblas fueron invaluable para el éxito de este proyecto. Su disposición para trabajar en equipo y su entusiasmo fueron un verdadero impulso para alcanzar nuestros objetivos.

Además, quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Asociación Circuito Ecoturístico Lomas de Paraíso por brindarme la oportunidad de utilizar el espacio del vivero para almacenar los materiales necesarios para la investigación. Su apoyo fue fundamental para llevar a cabo este estudio de manera efectiva. Finalmente, espero que los resultados de esta investigación contribuyan al avance del conocimiento sobre la contaminación en las lomas de Lima y sirvan como base para futuros estudios y acciones destinadas a preservar y proteger este valioso ecosistema. Gracias a todos los que hicieron posible este logro.

Sebastián Poblete Rosas

ÍNDICE GENERAL

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
II. MARCO TEÓRICO	16
1. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	16
1.1 Contaminación por metales pesados en la atmósfera	16
2. FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.....	16
2.1 Fuentes puntuales	16
2.2 Fuentes Difusas.....	17
2.3 Contaminación por Material Particulado PM _{2.5} y PM ₁₀	19
3. NIEBLA.....	20
3.1 Núcleos de condensación	20
3.2 Tipos de niebla.....	21
4. CLIMA.....	22
4.1 Factores atmosféricos del clima en la costa	24
5. METALES PESADOS	25
5.1 Cadmio.....	25
5.2 Cromo	26
5.3 Plomo.....	27
5.4 Interacción de metales pesados con la niebla.....	28
5.5 Mecanismos de deposición húmeda	30
6. LOMAS DE LIMA	31
6.1 Turismo informal	32
7. FLORA Y FAUNA.....	33
7.1 Especies endémicas	34
8. ACCESIBILIDAD AL AGUA Y SERVICIOS PÚBLICOS.....	35

9. CAPTACIÓN DE AGUA DE NIEBLA	35
9.1 Condensación del agua.....	36
9.2 Precipitación del agua	36
10. ATRAPANIEBLAS	37
10.1 Tipos de Atrapanieblas	38
11. POLÍTICAS AMBIENTALES.....	40
12. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)	42
12.1 LMP para agua de consumo humano	42
13. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)	42
13.1 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de riego de cultivos.....	43
13.2 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola.....	43
14. ANTECEDENTES REGIONALES.....	43
15. ANTECEDENTES NACIONALES	45
III. OBJETIVOS/HIPÓTESIS	47
1. OBJETIVO GENERAL	47
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
2.1 Evaluar el contenido de metales pesados (Cd, Cr total y Pb) en el agua obtenida por atrapanieblas como producto de la condensación en las Lomas de Villa María del Triunfo.	47
2.2 Evaluar el contenido de metales pesados (Cd, Cr total y Pb) en el suelo de las Lomas de Villa María del Triunfo.	47
IV. METODOLOGÍA	48
1.1 Sistema de Captación de Agua de Niebla (SCAN).....	49
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	50
2.1 Análisis de ubicación y dirección de los atrapanieblas.....	50

A) ATRAPANIEBLAS 1, LA FLECHA NARANJA INDICA UNA DIRECCIÓN SUROESTE. B) ATRAPANIEBLAS 2, LA FLECHA INDICA DIRECCIÓN OESTE DE LA ESTRUCTURA.....	53
TOMA DE MUESTRAS.....	54
CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS DE SUELO Y AGUA	55
2.2 Protocolos para la toma de muestras de agua y suelo.....	55
V. RESULTADOS	57
1. METALES PESADOS EN AGUA	57
2. METALES PESADOS EN SUELO	60
VI. DISCUSIÓN	65
VII. CONCLUSIÓN	70
VIII. RECOMENDACIONES	71
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
X. ABREVIATURAS	82
XI. ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.....	32
FIGURA 2 NEBLINÓMETRO O SFC.	38
FIGURA 3 SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA A GRAN ESCALA	39
FIGURA 4 NEBLINÓMETRO TIPO ÁRBOL	40
FIGURA 5 NEBLINÓMETRO O SFC	50
FIGURA 6 DIRECCIÓN DE ATRAPANIEBLAS 1 Y ATRAPANIEBLAS 2	52
FIGURA 7.....	53
DIRECCIÓN VIRTUAL DEL ATRAPANIEBLAS 1 Y ATRAPANIEBLAS 2.....	53
FIGURA 8 MAPA DE UBICACIÓN DE ATRAPANIEBLAS.....	54
FIGURA 9 CONTENIDO DE PLOMO EN EL AGUA EN LA LOMA DE VILLA MARÍA (MG/L)	57
FIGURA 10 CONTENIDO DE CADMIO EN EL AGUA EN LA LOMA DE VILLA MARÍA.....	58
FIGURA 11 CONTENIDO DE CROMO EN EL AGUA EN LA LOMA DE VILLA MARÍA.....	59
FIGURA 12 CONTENIDO DE PLOMO EN EL SUELO EN LA LOMA DE VILLA MARÍA (PPM)	60
FIGURA 13 CONTENIDO DE CADMIO EN EL SUELO EN LA LOMA DE VILLA MARÍA (PPM).....	61
FIGURA 14 CONTENIDO DE CROMO EN EL SUELO EN LA LOMA DE VILLA MARÍA.....	62
FIGURA 15 ROSA DE VIENTO DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE VILLA MARÍA MES DE AGOSTO	63

FIGURA 16 ROSA DE VIENTO DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE VILLA MARÍA	
MES DE OCTUBRE	64
ÍNDICE DE ANEXOS	
ANEXO 1.- SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A LA MML EN EL ACR SISTEMAS LOMAS DE LIMA, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO.	84
ANEXO 2.- COMUNICACIÓN CON EL PROGRAMA DE GOBIERNO REGIONAL DE LIMA METROPOLITANA	87
ANEXO 3.- COMUNICACIÓN CON LA ASOCIACIÓN CIRCUITO LOMAS DE PARAÍSO	88
ANEXO 4.- UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	88
ANEXO 5.- MAPA DE UBICACIÓN DE LOMAS DE LIMA SUR	89
ANEXO 6.- CONDICIONES DE NUBOSIDAD EN EL PRIMER PERIODO DE MUESTRA	90
ANEXO 7.- CONDICIONES DE NUBOSIDAD DURANTE EL SEGUNDO PERIODO DE MUESTREO.....	92
ANEXO 8.- CONDICIONES DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM).....	94
ANEXO 9.- FLUJO DE LOS VIENTOS PREDOMINANTES Y SU INTERACCIÓN CON LAS FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS CON LA ZONA DE ESTUDIO.....	95
ANEXO 10.- DIFERENCIA DEL CASCO URBANO DE LA ZONA DE ESTUDIO ENTRE JUNIO DEL 2002 Y MAYO DEL 2023	96

ANEXO 11.- MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTREO DEL SCAN 1	97
ANEXO 12.- MAPA DE UBICACIÓN DEL MUESTREO DE SCAN 2	98
ANEXO 13.- RUTA DE ACCESO HACIA LA ZONA DE ESTUDIO.....	99
ANEXO 13.- ELEMENTOS DE LA ZONA DE ESTUDIO	100
ANEXO 14.- INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL PRIMER PERIODO DE MUESTREO	101
ANEXO 15.- INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL SEGUNDO PERIODO DE MUESTREO	109
ANEXO 16.- CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y MATERIAL PARTICULADO DEL PRIMER PERIODO DE MUESTREO	117
ANEXO 17.- CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y MATERIAL PARTICULADO DEL SEGUNDO PERIODO DE MUESTREO	118
ANEXO 18.- AVISOS METEOROLÓGICOS DEL SENAMHI AMBOS PERIODOS DE MUESTREO	119
ANEXO 20.- FLORA IDENTIFICADA BAJO EL SCAN 2	123
ANEXO 21.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA	124
ANEXO 22.- ARCHIVO FOTOGRÁFICO	128
ANEXO 23.- GRÁFICO DE TEMPERATURAS.....	145
ANEXO 24.- ARCHIVO VIDEOGRÁFICO	146

RESUMEN

Las Lomas de Villa María del Triunfo (VMT), son refugio natural de especies endémicas y migratorias, además brindan diversos servicios ecosistémicos como la captación de agua, carbono, purificación del aire entre otros. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la concentración de metales pesados (cadmio, cromo y plomo), en el agua de niebla y el suelo circundante a los Sistemas Captadores de Agua (SCA). Para ello, se seleccionaron dos puntos de instalación de SCA o atrapanieblas, diferenciados por su altitud, y se procedió a realizar un muestreo del suelo adyacente a cada atrapaniebla. Las muestras fueron colectadas durante los meses de agosto y octubre del año 2022, Durante el primer periodo de muestreo, los niveles de plomo en el agua (0.001 *Mg/L*) se mantuvieron seguros para el consumo humano y el riego de vegetales. Sin embargo, en el segundo periodo, se observó un aumento significativo en las concentraciones de plomo (0.04 *Mg/L*), superando los límites permitidos para el consumo humano (0.01 *Mg/L*). Además, se encontró que el cadmio en el agua también excedió los límites establecidos, mientras que el cromo mostró un incremento en el mismo periodo, indicando una posible acumulación de contaminantes en el entorno. En cuanto al suelo, se constató que los niveles de plomo se mantuvieron dentro de los límites permitidos para suelo agrícola en ambos periodos de muestreo, aunque se observó un valor de (33.76 *ppm*) en la segunda muestra del segundo periodo. Esto representa un incremento de 202% frente a la segunda muestra del primer periodo. En el caso del cadmio en el suelo, se encontró en niveles bajos, con la excepción de la segunda muestra del segundo periodo, donde se registró un valor de 0.18 *ppm*. Por otro lado, los niveles de cromo en el suelo fueron generalmente bajos, aunque la segunda muestra del primer periodo exhibió una concentración de 1.02 *ppm*. En conclusión, se confirmó la presencia de

metales pesados en el agua y el suelo, resaltando los incrementos de plomo y cromo, lo que sugiere posible acumulación de contaminantes en la zona de estudio.

Palabras Clave: metales pesados, material particulado, lomas costeras, atrapanieblas y niebla

ABSTRACT

The present study, conducted in the Lomas de Villa María del Triunfo (VMT), a natural refuge for endemic and migratory species and a provider of various ecosystem services such as water capture, carbon sequestration, and air purification, is located in the highlands of the Lima megalopolis, primarily on slopes facing the sea. The main objective was to determine the concentration of heavy metals, such as cadmium, chromium, and lead, in fog water and the soil surrounding Fog Water Collection Systems (FWCS). Two installation points for FWCS were selected, differentiated by altitude, and soil sampling was carried out adjacent to each fog collector. Samples were collected in August and October, considering different meteorological conditions. During the initial sampling period, lead levels in the water remained low, making them safe for human consumption and vegetable irrigation. However, in the second period, a significant increase in lead concentrations was observed, exceeding permissible limits for human consumption. Additionally, cadmium in the water also exceeded established limits, and chromium showed an increase in the second period, suggesting a potential accumulation of contaminants in the environment. Regarding the soil, lead levels remained within permissible limits in both sampling periods, although an increase was observed in the second sample of the second period. Cadmium in the soil was generally low, except for the second sample of the second period, where an increase was recorded. Furthermore, soil chromium levels were generally low, although the second sample of the first period exhibited a higher concentration. In conclusion, the presence of heavy metals in water and soil was confirmed, highlighting increases in lead and chromium, suggesting potential contaminant accumulation in the study area.

Key Words: heavy metals, particulate matter, coastal hills, fog catchers, and fog

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Lomas Costeras (LC) son ecosistemas frágiles y excepcionales que se presentan como pequeños parches de vegetación en las zonas elevadas de la ciudad. Estos ecosistemas dependen en gran medida del agua contenida en las nieblas y presentan una vegetación principalmente durante los meses de invierno del hemisferio austral (Arana & Salinas, 2007). Sin embargo, estos ecosistemas enfrentan diversas amenazas, incluido el crecimiento urbano y las invasiones ilegales de terrenos promovidas por traficantes que buscan fines especulativos (Nieuwland & Mamani, 2017). Además, la práctica de la agricultura urbana incentivada por la Municipalidad de Villa María del Triunfo ha afectado considerablemente las áreas de vegetación lomera, generando también malas prácticas de sobrepastoreo y agricultura (García et al., 2014).

En la ciudad de Lima, se registra uno de los peores índices de calidad del aire en Latinoamérica (Lee & Michael, 2021). Existe una estrecha correlación entre la concentración de contaminantes $PM_{2.5}$ y PM_{10} y los impactos de la actividad del parque automotor de Lima Metropolitana (Rivera Refulio, 2019). Se encontraron concentraciones de plomo, cadmio y cromo en el material particulado proveniente del parque automotor en Bogotá (Alvarez, 2016). El material particulado actúa como núcleo de condensación de las gotas de niebla o pueden ser absorbidos por las mismas, lo que establece una estrecha relación entre el aumento de la concentración de metales pesados en el agua de niebla y las emisiones de contaminantes que se depositan sobre diversas superficies, especialmente aquellas en contacto directo con la niebla (Liu et al., 2012).

Así mismo, el aumento de la contaminación atmosférica debido a actividades antrópicas que se llevan a cabo en Lima sur, como la explotación de mineral no metálico de la cantera de la corporación Unión Andina de Cementos S.A.A. (UNACEM) y las emisiones del Parque Industrial de Villa el Salvador (PIVS), sumado al crecimiento del parque automotor y la quema indiscriminada de basura, ha agravado la situación de estos frágiles ecosistemas. Como resultado, la región enfrenta la fragmentación y degradación de los ecosistemas, así como la pérdida de servicios ecosistémicos y área efectiva de LC, lo que afecta la calidad de vida de la población en general. Dentro de la constitución peruana se habla del bienestar de la población, el cual está estrechamente relacionado con la garantía de un ambiente sano y sostenible. Por ende, le compete a la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) ejecutar las medidas necesarias para proteger la salud de los habitantes y el medio ambiente, además de mejorar la calidad del aire. En el contexto de la presente investigación, la presencia de concentraciones de contaminantes en la baja atmósfera interacciona directamente con el agua contenida en la niebla y el suelo de las LC. A pesar de estudios previos que han detectado la presencia de metales pesados en las lomas de Asia y lomas de VMT, aún no se ha realizado una investigación específica sobre la concentración de metales pesados en las lomas de VMT. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la concentración de metales pesados en el agua de la niebla y en el suelo de las lomas de Villa María del Triunfo (VMT).

II. MARCO TEÓRICO

1. Contaminación atmosférica

La contaminación del aire se define como la existencia de elementos, compuestos, sustancias, radiación, vibraciones, ruido o una mezcla de ellos en niveles que representan un peligro para la salud de las personas y la conservación de la naturaleza (Cárdenas Muñoz, 2012).

1.1 Contaminación por metales pesados en la atmósfera

La presencia de metales pesados en la atmósfera se debe a diversos factores: la contaminación atmosférica es principalmente causada por la actividad industrial, el transporte y la emisión de material particulado (PM10 y PM2.5). La industria cementera, especialmente la planta UNACEM, situado en Atocongo, VMT es una de las principales emisoras de contaminantes atmosféricos (Maldonado, 2019). Además, está la influencia del PIVS, donde funcionan pequeñas y medianas empresas que son una fuente importante emisión de contaminación.

2. Fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos

Dentro de este acápite se encontrarán las posibles fuentes principales de emisiones atmosféricas identificadas, que tienen influencia por encontrarse en las inmediaciones de las LC de VMT. En la ANEXO N°9 se observa un mapa de ubicación de las fuentes puntuales frente al área de estudio y una estimación de lo que serían los vientos predominantes.

2.1 Fuentes puntuales

a. Unión Andina de Cementos (UNACEM)

Un contribuyente al deterioro de la calidad atmosférica de la zona fue el desarrollo de la actividad minera, como es el caso de la planta cementera UNACEM ubicada en

Atocongo VMT, cuyas actividades dieron inicio en la década de los 50's. La explotación es de tajo abierto (cantera de caliza), materia prima del cemento, proveniente de la formación geológica "Yacimiento Calcáreo Atocongo" (Zapata, 2003). Un aspecto crucial es la generación de una columna de polvo de caliza, que se produce cuando el material que desciende de la faja transportadora impacta con el montículo de caliza depositado a cierta altura. De acuerdo con el estudio de (Sagástegui, 2012), este polvo resultante es transportado por los constantes vientos costeros, lo que conduce a la contaminación de las áreas circundantes. Los reportes de (Maldonado, 2019) indican que las lomas de Villa María se encuentran dentro del rango y dirección de dispersión de las partículas de polvo, cuya pluma de dispersión determinada tiene la capacidad de alcanzar la zona de estudio, Anexo 27.

b. Parque Industrial de Villa el Salvador (PIVS)

Se ha observado un aumento en la actividad industrial en Lima Sur debido a la creación del parque industrial de Villa el Salvador en el año 1982, dónde se determinó en un estudio sobre material particulado PM_{10} realizado por (Diaz Saavedra, 2019), una alta concentración de material particulado PM_{10} ($108.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$), vinculados a emisiones provenientes de pequeñas y medianas empresas que llevan a cabo actividades de metalmecánica, ebanistería, vidriería, artesanía, calzado de cuero.

2.2 Fuentes Difusas

a. Transporte automotor

El transporte caótico en la ciudad de Lima se debe a una falta de reformas en la política nacional de transporte urbano, así como la antigüedad elevada de los vehículos, importación de vehículos de segunda mano hacen del parque automotor Limeño, uno

de los más peligrosos (Castillo Alegría, 2010). El parque automotor de Lima Metropolitana ha presentado un variación porcentual de 402.78% entre el periodo de 1990 – 2018, según un estudio ejecutado por (Gutiérrez Flores & Márquez Cabezas, 2020). Adicionalmente, se observa la expansión del empleo del combustible Diésel, el cual presenta altas concentraciones de azufre, cadmio y plomo (Dancé Caballero & Sáenz Yaya, 2013).

b. Quema de residuos sólidos

La quema de basura ilegal es la solución más económica que la población, por falta de conocimiento, tiene a su disposición para deshacerse de la acumulación insalubre de desechos (Sierra Mendez, 2019). Por ende, los contaminantes provenientes de la quema indiscriminada de residuos sólidos urbanos incluyen metales pesados, bifenilos policlorados (PCB), compuestos orgánicos semivolátiles (SVOC), dioxinas y furanos, los cuales contaminan tanto el suelo como el aire (Perez Atencio et al., 2013). A su vez, (Wang et al., 2017) proporciona evidencia sólida de que la combustión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) aporta importantes emisiones de metales pesados al ambiente como el plomo, cadmio y cromo. La Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Plan de Manejo de los Residuos Sólidos del Distrito de VMT realizado en el año 2011 (Municipalidad de Villa Maria del Triunfo, 2011), señala que la generación per cápita promedio en VMT es de 0.57 Kg/hab-día). Los RSU están compuestos principalmente por un 47 por ciento de residuos orgánicos, un 12 por ciento de residuos sanitarios sólidos, un 10 por ciento de plásticos en general, un 7 por ciento de material de demolición de construcciones, un 6 por ciento de cartón, papel periódico, papel bond y

el porcentaje restante de telas, textiles, botellas o envases de vidrio, artículos de jebe, madera y aserrín, cuero y metal.

2.3 Contaminación por Material Particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10}

EL material particulado atmosférico (MP) es una mezcla de partículas líquidas y sólidas de distintos tamaños, se clasifican en partículas gruesas (PM_{10} , entre 2.5 - 10 μm), y las más finas ($PM_{2.5}$, menor a 2.5 μm) y ultrafinas (PM_1 , menores a 0.1 μm). Las partículas suspendidas en el ambiente, también conocidas como aerosoles, presentan peligrosidad debido a su composición química y tamaño. Pueden tener origen tanto natural, como humano, con ejemplos como erupciones volcánicas, incendios forestales, emisiones biogénicas, levantamiento de polvo y evaporación del agua del océano. Las fuentes antropogénicas incluyen la quema de combustibles fósiles, quema de basura, producción industrial, agricultura, construcción, minería y transporte. Además de su composición, su tamaño les permite actuar como núcleos de condensación, facilitando la formación de nubes o niebla (Pöschl, 2005). Las partículas de metales pesados como arsénico, cadmio y plomo están asociados a diversas enfermedades degenerativas, como la disminución cognitiva, estatura reducida, pérdida auditiva, dificultades conductuales y del desarrollo neuropsicológico (Bejarano Acosta & Hurtado Gonzáles, 2022). El tamaño de la partícula tiene relación directa con la afectación a los pulmones, debido a que mientras menor diámetro tenga la partícula, mayores probabilidades de alcanzar la región alveolar y depositarse en sus paredes, dificultando los procesos de intercambio de oxígeno. La cifra de fallecimientos a nivel mundial debido a la polución atmosférica se estima en aproximadamente 4.2 millones de personas en el año 2016 (WHO, 2018). Por lo que el material particulado suspendido en el aire representa graves

riesgos para la salud, especialmente para el sistema respiratorio, debido que puede contener metales pesados en su composición (Sharma et al., 2018).

En Lima Metropolitana y el Callao se concluyó que los principales contaminantes del aire son el material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), los vientos predominantes del suroeste, asistidos por el anticiclón del pacífico sur, afectan gran parte de la ciudad de Lima, según un estudio de saturación realizado en el año 2011 por la Dirección General de la Salud Ambiental (DIGESA) (Díaz Saavedra, 2019).

3. Niebla

La niebla es un fenómeno meteorológico que se produce cuando el agua en forma de vapor se condensa en pequeñas gotas que miden entre 1 a 40 micras de diámetro y les permite estar suspendidas en el aire a ras del suelo. Estas se forman cuando el aire se enfría hasta el punto en que no puede contener más vapor de agua y se condensa en pequeñas gotas, en otras palabras, se forma cuando la temperatura y el punto de rocío del aire se acercan al mismo valor (Borja Luis, 2021). Estas gotitas de agua suspendidas reducen la visibilidad a unos pocos metros o incluso menos, lo que puede afectar el transporte aéreo, marítimo y terrestre. Cabe destacar que la visibilidad horizontal para que se considere “niebla” debe de ser menor a un kilómetro, de ser mayor se estaría hablando de neblina.

3.1 Núcleos de condensación

Son aerosoles o partículas suspendidas finas, con particularidades higroscópicas que les permitan absorber la humedad e ir formando una gota de agua (Barrie & Schemenauer, 1986). Este fenómeno no es particular de la tropósfera alta, ya que puede ocurrir en altitudes al ras del suelo. En las LC de Lima, las nubes tipo

estrato, por efecto orográfico se intensifican y entran en contacto con la superficie del suelo, depositando su humedad sobre cualquier objeto, sea natural o antrópico (Domínguez et al., 2019). Uno de los principales problemas que acarrea este proceso en las LC, es que el incremento de la concentración de metales pesados en suspensión, puede ocasionar que la concentración de metales pesados en el agua de niebla aumente, debido a que funcionan como núcleos de condensación (Tang et al., 2008).

3.2 Tipos de niebla

a. Niebla de advección

Como señala (Barrie & Schemenauer, 1986), cuando una masa de aire húmedo y caliente se desplaza sobre una superficie fría, el resultando es el enfriamiento de la masa aire y se produce “niebla de advección”.

b. Niebla orográfica

Esta clase de niebla se le conoce también como “nube gorro de montaña”, ya que es común en las zonas montañosas del mundo, incluyendo Perú y Chile, principalmente en las altas cumbres de los Andes y la cordillera costera. Su formación yace en la dilatación por asenso de una masa de aire húmeda, al enfrentarse con una ladera que se encuentre en barlovento, es decir que esté del lado de la montaña o cordillera que está enfrentando la dirección del viento predominante, en este caso, el viento que viene desde el mar (Cereceda et al., 2014). Los "cordones litorales" son montañas paralelas a la costa del océano, presentes en la cordillera costera de Chile y Perú. Cuando la masa de aire húmeda del mar asciende y se enfría al encontrar estas montañas, se forma niebla orográfica. A medida que avanza el día, el calor del interior del continente disipa

la niebla al evaporarse el agua en el lado protegido de la montaña. Las lomas costeras que interactúan con la capa de estratos entre 500 y 1000 m s. n. m. pueden verse afectadas. Las gotas de niebla, que pueden contener contaminantes, se depositan en la superficie terrestre por sedimentación o impacto en elementos rugosos, como hojas de árboles y sistemas de atrapanieblas (Domínguez et al., 2019).

c. Niebla de radiación

Las condiciones más favorables para su formación son: cielos despejados, vientos débiles, y una pequeña diferencia psicométrica, es decir una alta humedad relativa. Se forma casi exclusivamente durante la noche y la madrugada. Durante la noche, la radiación terrestre favorecida por el viento débil y los cielos despejados enfría rápidamente la tierra y esta a su vez enfría el aire en contacto con ella, una vez que el aire es enfriado hasta su punto de rocío se forma niebla. Estas condiciones pueden ser propicias en valles o lugares montañosos que permitan que el aire frío, al ser más denso, forme una especie de “piscina” en las partes bajas del valle (Cereceda et al., 2014).

4. Clima

El clima del desierto donde se ubican las LC de Lima es semi – cálido (desierto árido subtropical), caracterizado por una escasez de lluvias acumuladas promedio anuales inferiores a los 150 mm (cabe resaltar que la precipitación es mucho mayor comparada con los pisos inferiores de la ciudad de Lima) y temperaturas medias anuales inferiores a 18-19°C. La escasez de lluvia se debe a la estabilidad atmosférica propiciada por el APS, que a su vez da lugar a la característica capa de neblina encontrada en altitudes de entre 400 a 1000 msnm, con bajas temperaturas (aproximadamente 13°C en temporada de invierno y TSM por debajo de lo normal). La masa de aire transportada por los vientos

originados por el APS, disminuyen su temperatura al estar en contacto con la fría Corriente Peruana. La densa capa de neblina es la primordial fuente de humedad para las lomas, y durante la temporada invernal, se produce la mayor captación de agua. Durante los períodos en los que la densa neblina envuelve las lomas, se puede apreciar cómo la vegetación endémica se revitaliza y crece, transformando el paisaje y proporcionando un hábitat para la fauna de la zona. Sin embargo, en verano, cuando la neblina desaparece, el clima vuelve a ser árido, causando que las plantas estacionales se sequen y depositen sus semillas en el suelo, preparadas para germinar en el próximo invierno con el retorno de la humedad. Es importante destacar que las LC tienen una importante presencia de flora y fauna que han desarrollado adaptaciones a las condiciones extremas del clima y son endémicas de la zona, lo que implica su inexistencia en ningún otro lugar del planeta. También se han documentado eventos excepcionales, como el fenómeno de El Niño en 1925, durante el cual la precipitación en Lima alcanzó los 1254 mm, seguido de otro evento en 1926 con 1245 mm (Chang Huayanca, 2014), que ayudó a la dispersión de semillas y el aumento del área de las lomas en gran medida.

Un análisis más a profundidad de las características del invierno del año 2022 nos muestra que fue uno de los más fríos desde el invierno del año 1967. El valor de 8.4°C fue registrado en la estación automática “Von Humboldt” ubicada en el distrito de La Molina a 247 m s. n. m., el 15 de junio del 2022. Las condiciones que propiciaron este evento a comienzos del invierno, fue la presencia de una masa seca de aire frío, que afectó principalmente a los distritos alejados del mar, a diferencia de los distritos del oeste, cómo la estación de “Campo de Marte” ubicada en el distrito de Jesús María a 117 m s. n. m, que presentó temperaturas mínimas de 12.1°C el 15 de junio del 2022,

por el factor regulador que tiene el agua del Océano Pacífico. A su vez, el APS se encontraba fortalecido y en dirección a Perú, por lo que el SENAMHI levantó un aviso de incremento de viento en la costa del miércoles 15 al viernes 17 de junio, lo que incrementó la sensación de frío, aumentó la cobertura de nubosidad estratiforme y la presencia de niebla, neblina y llovizna en horas de la noche y primeras horas del día.

4.1 Factores atmosféricos del clima en la costa

a. Anticiclón del Pacífico Sur

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) es un centro de alta presión atmosférica ubicado en la región sudeste del océano Pacífico, frente a las costas de Chile, aproximadamente a 35°S y 110°O . Su actividad es esencial para definir el clima de Chile y Perú, ya que impulsan los vientos alisios secos hacia el norte, sobre el mar y paralelos a la costa. La subsidencia del aire que se calienta por compresión, debido al calentamiento adiabático de las capas intermedias de la atmósfera que genera el anticiclón, es el responsable del clima árido extremo del desierto del Pacífico, así como impulsar la corriente del Humboldt y es un elemento clave del patrón climático El Niño- Oscilación del Sur (ENOS) o ENSO por sus siglas en inglés (Cereceda et al., 2014). El anticiclón tiene una variabilidad estacional semianual, alcanzado su máxima intensidad en febrero y en octubre, mientras que su posición es determinada parcialmente por la posición del sol, ya que su posición más austral se localiza durante verano del hemisferio sur (febrero y marzo) a 37°S 108°W , a comparación de su posición más hacia el norte, observada en mayo a 26°S y 86°W , es decir que a partir de mayo su influencia será mayor al encontrarse más cerca al Perú (Errázuriz et al., 1998).

b. Inversión Térmica

Es un fenómeno atmosférico que es el resultado de la estabilidad atmosférica producida por el APS, el cual produce una capa de aire estable y descendente en la atmósfera, lo que resulta en un calentamiento adiabático. el cual es más intenso durante la estación de invierno por la intensificación y acercamiento del APS. Es una capa de la atmósfera situada entre 800 a 1500 m s. n. m aproximadamente, en el cual la temperatura del aire incrementa con la altura. Consecuentemente se emplaza una masa de aire más caliente por encima de la masa de aire más frío, formándose la inversión térmica, dónde no existe vegetación de lomas. Por debajo de la inversión se forma la nube estratiforme que puede encontrarse a alturas de entre 400 a 1200 m s. n. m, dependiendo de las condiciones atmosféricas en el momento. Es importante destacar que estas condiciones hacen que el movimiento de contaminantes se vea limitado y se mantengan al nivel de la superficie, afectando negativamente a la población.

5. Metales Pesados

Los metales pesados se caracterizan por ser elementos químicos de alta densidad y alto peso atómico, cuyas concentraciones pueden representar un riesgo para la salud humana y el entorno natural, debido a su capacidad de bioacumulación en los ecosistemas (S. E. Pabón et al., 2020).

5.1 Cadmio

Como indica (Moshinsky, 1995), el cadmio es un metal que se ubica en regiones particulares del mundo y principalmente se genera como resultado secundario de la extracción de zinc. Su principal uso se da en la fabricación de soldaduras, revestimientos metálicos, aleaciones y minerales plásticos. La presencia de cadmio en el agua depende de su fuente y del pH, esta puede deberse a la descarga de residuos industriales o

lixiviación de áreas de relleno sanitario que afecten el agua subterránea, así como por el suelo a los que se les ha agregado lodos cloacales resultantes de aguas residuales. Así mismo, los fertilizantes y pesticidas pueden contener cadmio como impureza, pudiendo reducir la fertilidad del suelo. El riesgo del cadmio es que es persistente y se bioacumula en el ambiente, su presencia en las aguas es perjudicial para la flora y fauna, viéndose particularmente vulnerables los peces, que pueden bioacumular cadmio en sus tejidos y resultar en la biomagnificación en la cadena alimentaria (Ortiz & Alama, 2015); (Prieto Méndez et al., 2009). En la salud humana, la exposición al cadmio puede causar daños en diversos órganos como los pulmones, riñones, hígado y huesos. Principalmente se ha demostrado que puede acumularse en los huesos y aumentar el riesgo de osteoporosis, además de ser un agente carcinogénico humano, relacionándose con el cáncer de pulmón, próstata, riñón y páncreas (WHO, 2018).

5.2 Cromo

Según (Moshinsky, 1995) el cromo es un elemento natural que se encuentra en varias formas en el ambiente, siendo las más comunes son las que provienen del cromo trivalente (cromo III) y del cromo hexavalente (cromo VI). El cromo hexavalente es un conocido agente cancerígeno de las vías respiratorias y se encuentra habitualmente en la naturaleza como $\text{Cr}_2\text{O}_4\text{Fe}$. Es un metal de transición duro, quebradizo, de color gris acerado y brillante, notable por su alta resistencia a la corrosión.

Las plantas poseen mecanismos para gestionar la absorción de cromo, manteniéndolo a niveles suficientemente bajos para evitar que les cause cáncer; sin embargo, en lugar de que su concentración aumentase, los cultivos se verían afectados. Las plantas suelen absorber cromo (III), que probablemente es esencial, pero cuando las concentraciones

superan cierto nivel, pueden ocurrir efectos negativos, como la reducción del crecimiento y acumulación de como en los tejidos (Moshinsky, 1995).

Además, la “Food and Agriculture Organization of the United Nations” (FAO) ha realizado investigaciones que muestran que el cromo se adhiere y se acumula de manera irreversible en el suelo. El exceso de cromo absorbido por las plantas eventualmente contamina el suelo, lo que puede volverlo improductivo o dar lugar a cosechas de calidad inaceptable. Por lo tanto, es importante controlar los niveles de cromo en el suelo y en los cultivos para evitar efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente.

Según indica (WHO, 2018), la exposición al cromo VI puede ocasionar problemas en las vías respiratorias, irritación, asma, tos, falta de aire y salpullido en la piel. Además, La exposición al cromo VI principalmente afecta al estómago y al intestino delgado, pudiendo provocar irritación, úlceras y anemia. Además, puede causar daños en los espermatozoides del sistema reproductivo masculino. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha concluido que los compuestos de cromo VI son carcinogénicos en seres humanos. Cabe recalcar que las concentraciones que causan estos efectos son mucho más altas a las encontradas normalmente en el ambiente.

5.3 Plomo

El plomo es un metal pesado presente de manera natural en el ambiente, pero cuando sus niveles son elevados, puede convertirse en un contaminante persistente. Este metal tiene la capacidad de permanecer en el medio ambiente por periodos prolongados, acumulándose en el suelo y los desechos, afectando la flora y fauna y pudiendo terminar en la cadena alimentaria, lo que tiene un impacto negativo en la salud humana. La exposición al plomo puede ocasionar diversas enfermedades como daño cerebral,

problemas de aprendizaje en niños, retraso en el crecimiento y desarrollo, anemia, problemas renales y reproductivos e incluso la muerte. El ion libre +2 del plomo es su forma más tóxica, pero a menudo se combina con aniones menos solubles, como hidróxidos, carbonatos y fosfatos, lo que limita su presencia en aguas superficiales y subterráneas. A concentraciones muy altas, el plomo también es capaz de inhibir el crecimiento celular de las plantas. Además, los oligoelementos aplicados en aguas residuales pueden acumularse en el suelo y no ser absorbidos suficientemente rápido por la vegetación, lo que resulta en la bioacumulación de plomo en el suelo. Las fuentes principales de contaminación pueden ser de origen natural o antrópico, como la minería, la industria manufacturera y de construcción, y la incorrecta disposición de productos que contienen plomo (Moshinsky, 1995).

5.4 Interacción de metales pesados con la niebla

Las nieblas juegan un papel muy importante dentro de muchos procesos ambientales y ecológicos como afirma (Tang et al., 2008) en un estudio conducido en los suburbios de Nanjing, China sobre el contenido de metales pesados en agua de niebla y contaminación del aire en condiciones de niebla, dónde se dio a conocer que en un evento persistente de niebla a gran escala al sur del río Yangtsé entre el periodo de 25 al 27 de diciembre del 2006, cuyas condiciones atmosféricas de niebla previnieron la difusión de contaminantes conduciendo a una grave contaminación. Se concluyó que Cuando ocurre una densa niebla en las afueras de Nanjing, el sistema climático y las condiciones meteorológicas no son favorables para la dispersión de los contaminantes del aire, lo que provoca una grave contaminación del aire en el día de niebla. Y la concentración de los contaminantes cambia casi simultáneamente con la formación y disipación de la niebla. Existe una diferencia evidente en los cambios de las

características químicas del agua de la niebla, lo cual está relacionado con el mecanismo de formación de la niebla y el entorno ambiental. Existe una correlación significativa entre las concentraciones de Cd, Cr, Cu, Al, Mn y Fe cuando se seleccionan dos de ellos para comparar en cada ocasión. Y el coeficiente de correlación entre ellos es superior a 0.96, lo que indicaría que sí existe correlación entre los niveles de polución y la concentración de metales pesados en el agua de niebla. (p.386-387).

De manera similar, se puede relacionar este caso a la ciudad de Lima y sus estribaciones andinas, debido a que la inversión térmica genera una capa de nubosidad estratiforme de baja altitud, comprendida entre 400 a 1000 m s. n. m. aproximadamente, la cual empieza alrededor de la quincena del mes de mayo y culmina alrededor de finales del mes de noviembre (SENAMHI, 2015), logrando encapsular efectivamente los contaminantes antropogénicos, permitiendo la interacción entre niebla y la superficie del suelo de las lomas.

El agua contenida en la niebla de áreas contaminadas, como lo es el área Metropolitana de Lima Sur, es considerada como una fuente de contaminación para otros compartimientos ambientales (principalmente el suelo de las lomas), exhibiendo una fuerte influencia en los ecosistemas aledaños de LC. A su vez, los elementos traza u oligoelementos presentes en el medio ambiente, que presenten concentraciones elevadas o toxicidad, pueden sufrir bioacumulación y ocasionar graves impactos en la salud humana a través del agua potable o en la cadena alimenticia.

En un estudio realizado por (Liu et al., 2012). se investigaron las características de los elementos traza en el agua de nubes y nieblas en el área del Monte Tai durante tres períodos de muestreo en 2007-2008. En comparación con otros estudios en el

extranjero, se encontraron concentraciones más altas de elementos traza en el agua de nubes y nieblas en el Monte Tai. El agua de nubes y nieblas también se caracterizó por tener una mayor acidez, conductividad y concentraciones de elementos traza en comparación con las medidas de agua de lluvia en el mismo lugar. El elemento Zn fue el más abundante de los elementos traza (39% del total) en el agua de nubes y nieblas, con concentraciones medias ponderadas por volumen (VWM) de $249.1 \mu\text{gL}^{-1}$, seguido de los elementos Fe, Pb, Mn, As, Ni, Cu, Cd y Cr. La potencial peligrosidad del agua de nubes y nieblas como fuente de contaminación en áreas contaminadas es mayor que la del agua de lluvia debido a las mayores concentraciones y la mayor proporción de metales tóxicos como As y Pb. Además, (Tang et al., 2008) y (Liu et al., 2012) concluyen simultáneamente que las actividades antrópicas, contribuyen directamente al incremento del material particulado en la atmósfera citadina y diversos contaminantes del aire. Ello puede resultar en el incremento de la concentración de metales pesados en el agua de niebla, porque pueden servir como núcleos de condensación de las gotas de niebla o pueden ser absorbidos por las gotas de niebla y depositarse en las superficies.

5.5 Mecanismos de deposición húmeda

Los Mecanismos de deposición húmeda de contaminantes en aguas de niebla, como plantea (Barrie & Schemenauer, 1986) las partículas y gases son removidos de la atmósfera a través de la deposición húmeda del agua contenida en la niebla. Las gotitas de niebla contienen partículas tales como polvo derivado del suelo, polen, cenizas volantes, SO_4 y NO_3 así como H^+ , SO_2 , oxidantes (O_3 , H_2O_2 , etc.) y otros gases disueltos. Este mecanismo es capaz de depositar partículas suspendidas como metales pesados sobre las plantas y hojas, dificultando el proceso de la fotosíntesis y afectando directamente a la flora de las LC.

6. Lomas de Lima

Cabe destacar que las Lomas de Lima, situadas en el centro del litoral peruano, se caracterizan por presentar una elevada humedad durante el periodo invernal, en comparación con otras regiones costeras. Este fenómeno se debe a la mayor incidencia del afloramiento costero, el cual trae consigo gran cantidad de nutrientes y aguas muy frías de las profundidades marinas, junto con la topografía de la zona, se dan las condiciones perfectas para la generación de nubes tipo estrato, es decir condiciones de niebla en las LC (Servicio de Parques de Lima - SERPAR, 2014). Se le suma a este factor la presencia de una topografía con una gran cantidad de flancos marinos, los cuales, al recibir los vientos costeros de frente, poseen la capacidad de conservar las aguas subterráneas y albergar la mayor biodiversidad. Su suelo se caracteriza por presentar afloramiento rocoso y rocas sueltas, arena y arcilla. Los principales causantes son los vientos procedentes del Anticiclón del Pacífico Sur (APS), que soplan con mayor fuerza en invierno y primavera y generan el fenómeno del afloramiento costero, que alcanza su máxima intensidad entre Pisco (14°S) y San Juan (16°S). Según recientes investigaciones del Instituto Metropolitano de Planificación (IMP) y el SERPAR de la MML, se ha determinado que existe una extensión de 70,000 ha de lomas en esta zona, de las cuales aproximadamente 22,000 presentan una intensidad anual durante la época

invernal como se puede observar en la Figura 1 (Servicio de Parques de Lima - SERPAR, 2014).

6.1 Turismo informal

Figura 1

Ubicación de Lomas de Lima



Si bien los programas ecoturísticos son una gran fuente de generación de conciencia y educación ambiental, se debe tomar en cuenta que uno de los procesos de degradación de las lomas costeras es el turismo informal o indiscriminado. En los últimos años, la expansión del uso de las redes sociales ha ampliado el conocimiento de la existencia de estos lugares; sin embargo, la masificación y viralización de las Lomas Paraíso, el *Apu Siqay*, El Cisne y otros atractivos, sin dejar de mencionar el majestuoso “colchón de nubes” que ha hecho que miles de personas acudan diariamente, superando la capacidad de carga de la zona repercutiendo negativamente, ya que en muchas

ocasiones se toman senderos no autorizados que irrumpen en la flora, se traen animales domésticos que alteran la fauna del lugar, se dejan desechos sólidos a lo largo de las lomas costeras, entre otras malas costumbres de la población que por falta de conciencia realizan estos “atentados contra el ambiente” (Aranda Elejalde et al., 2019). La generación de material particulado y el aplastamiento de plantas se da por el turismo desordenado, debido a que no se utilizan los senderos señalizados (Sanchez, 2022).

7. Flora y Fauna

Según la guía de flora de las Lomas de Lima (Miguel, 2015), se han identificado 134 especies de plantas con flores (angiospermas) que habitan en las Lomas Costeras del departamento de Lima. Cabe resaltar que cada Loma puede considerarse como una "isla virtual", lo que implica que presentan diferencias significativas entre sí. En cuanto a la fauna de las Lomas, las aves son las más conocidas por su papel en la dispersión de semillas, polinización y control de plagas. Según una guía de avistamiento de aves preparada por la (Municipalidad de Lima, n.d.) se han identificado un total de 33 especies de aves.

Así mismo, en la propuesta del Área de Conservación Regional (ACR) “Sistemas de Lomas de Lima” por parte de la (Municipalidad de Lima, 2019), se identificaron un total de 141 especies de flora (3 Pteridofitas, 3 Briofitas, 1 Gimnosperma y 134 Angiospermas) y 55 especies de fauna (8 especies de reptiles, 10 especies de mamíferos y 37 especies de mamíferos).

7.1 Especies endémicas

Las especies endémicas son aquellas que se encuentran exclusivamente en una región geográfica específica. En el caso de los LC, son importantes por la gran cantidad de endemismo encontrado, fomentado por su fragmentación y la particularidad de su estacionalidad marcada.

Entre las especies endémicas de los ecosistemas de lomas costeras se encuentran diversas plantas, como el arbusto conocido como "serranita" (*Schizanthus hookeri*) que solo crece en las lomas de la costa peruana, o el famoso arbusto frutal por su abundante contenido de vitamina C, pariente cercano de la papaya, conocido como mito (*Carica candicans* Gray) o la "cuculí" (*Loasa trip, ylla*) que se encuentra únicamente en las lomas de la región de Coquimbo en Chile. La conocida flor de "Amancaes" (*Ismene amancaes*), que solo se presenta en las lomas de Lúcumo y de Villa María en ciertas épocas del año, generalmente empezando la temporada de lomas. También existen aves endémicas, como el "chorlo de la costa" (*Charadrius modestus*) y el "gaviotín peruano" (*Larosterna inca*), que dependen del hábitat de las lomas para sobrevivir. La conservación de estas especies endémicas es crucial para mantener la biodiversidad de los ecosistemas de lomas costeras y asegurar la supervivencia de estas especies únicas. Además, su preservación puede tener implicaciones más amplias para la conservación de los ecosistemas en general y para la salud del planeta.

Así como explica (Jurado Tataje & Portilla Fernández, 2022) en un estudio acerca de la afectación de los ecosistemas de LC de VMT por procesos periurbanos, se entrevistó a un biólogo especialista en las lomas del Paraíso y se logró comprobar que los procesos periurbanos afectan la adaptación de la flora endémica, debido a que esta absorbe la

contaminación presente en las lomas, excepto los metales pesados que se acumulan en el suelo. Por esta razón, se plantea la inviabilidad del cultivo para consumo humano, ya que todo lo que se consumiría, presentaría contaminantes debido a la urbanización.

8. Accesibilidad al agua y servicios públicos

Sumando a la problemática, (Coto Zevallos, José Luis y Romero Pariachi, 2010) señala que la necesidad de vivienda ha forzado a la población en situación de extrema pobreza y vulnerabilidad a asentarse en zonas periféricas de la ciudad de Lima. Las cuales cuentan con difíciles condiciones de acceso por la misma geomorfología de la zona, por consiguiente, la prestación de servicios públicos se ha visto terriblemente afectada, ya que imposibilita su conexión con la red pública de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL). De ahí que la modalidad más utilizada para el acceso al agua potable sea a través de camiones cisterna, dónde las familias pagan un promedio de S/. 15.00 hasta S/. 22.56 por m³ de agua según la Nota de Prensa N°161-2015 (SUNASS, 2015), cuya cifra comparada con el Costo a Mediano Plazo (CMP) determinado por SEDAPAL para el quinquenio regulatorio 2022-2026 (SEDAPAL, 2021) asciende a S/. 2.80 para el servicio de agua potable, lo que significa una diferencia porcentual de 535% y 805% respectivamente.

9. Captación de agua de niebla

Básicamente cualquier objeto o superficie que se interponga en la dirección del viento que transporta la niebla puede considerarse un captador. En efecto, la vegetación en las lomas actúa como un factor captador de agua, ya que proporciona una gran superficie para la condensación del agua de niebla (Balaguer et al., 2011). Esto es especialmente cierto para los arbustos y árboles altos, que aumentan la condensación de la niebla en las lomas hasta seis veces, por lo que su eliminación, por ejemplo, para obtener

combustible, provoca una retroalimentación que reduce la hidrología y la humedad del suelo de las lomas, afectando el crecimiento y germinación de otras plantas herbáceas y la biomasa total de las lomas (Beresford-Jones et al., 2015). Según (Lummerich & Kai, 2009), los ecosistemas de LC solían ser hidrológicamente autosostenibles en una época donde todavía había vegetación arbustiva o boscosa. Los árboles o arbustos captaban el agua de la niebla y se regaban a sí mismos, las hierbas y arbustos más pequeños también eran beneficiados por este efecto, el exceso de agua alimentaba pozos naturales. Una vez que los árboles fueron talados, el ciclo natural del agua se interrumpió, dejando las LC completamente secas en temporada de verano, asemejando el desierto que^{1,4} las rodea.

9.1 Condensación del agua

La condensación es un proceso fundamental que ocurre para que el proceso de captación de agua se lleve a cabo (Claizer, 2010). Cuando el vapor de agua entra en contacto con cualquier tipo de superficie, ya sean naturales o artificiales se produce la condensación, donde las moléculas de vapor de agua quedan adheridas a la superficie, formando pequeñas gotas de líquido. Este proceso natural es el generador de nubes, niebla y el conocido rocío de las mañanas. En el caso de los captadores naturales, los más eficaces son los bosques y la vegetación densa, la niebla se adhiere a las hojas y ramas de los árboles y/o arbustos produciéndose la condensación del agua de niebla de manera natural (Balaguer et al., 2011).

9.2 Precipitación del agua

De la misma manera que ocurre en las capas superiores de la atmósfera, cuando se condensa el agua sobre núcleos de condensación y precipitan cuando su peso ya no

puede ser mantenido por las fuerzas ascendentes de la atmósfera, a ras del suelo ocurre algo similar, sólo que el núcleo de condensación en este caso es una superficie. Entonces una gota de agua que se ha formado por condensación se mantiene adherida a la superficie, sea hojas, flores, piedras, etc. mientras su peso sea menor a la fuerza de adhesión que la mantiene unida a la superficie las gotículas se seguirán acumulando por cohesión. Sin embargo, cuando su peso vaya aumentando, llega un punto en que se supera la fuerza de adhesión y la gota se desprende y precipita a la superficie (Claizer, 2010),

10. Atrapanieblas

La captación artificial de aguas de nieblas puede llevarse a cabo mediante la utilización de dispositivos, como mallas, paneles y estructuras que emulan la forma de las hojas de los árboles para capturar la niebla. Una vez que la niebla entra en contacto con estas superficies artificiales, se produce la condensación del agua de niebla y esta es recolectada en recipientes especiales (Márquez, 1993).

Además, es importante destacar que la eficiencia de la captación de agua de niebla depende en gran medida de la capacidad de algunos materiales y diseños para condensar la niebla y recolectar el agua, así como la dirección y ubicación de las estructuras, de frente a la dirección del viento predominante y en las laderas orientadas el suroeste. Por lo que, la optimización de los dispositivos, la elección de materiales adecuados y un estudio previo son fundamentales para lograr una captación eficiente y sostenible (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2000). Un aspecto clave a destacar de estos dispositivos, aunque son una solución valiosa para la captación de agua en zonas áridas, tienen una vida útil limitada.

Generalmente su duración máxima es de alrededor de 5 años, y su eficacia puede verse afectada por factores como la acumulación de polvo en la malla y el desgaste del material de la malla por la exposición a los rayos UV, a su vez los atrapanieblas requieren de mantenimiento periódico, como la limpieza de canaletas y reparación de posibles desgarros en la malla.

10.1 Tipos de Atrapanieblas

- a) **Standard Fog Collector (SFC)** es un neblinómetro con marco de 1m por 1m, soportado por dos postes que lo elevan 2 m desde la base del suelo. Se usa una malla Raschel de 35 por ciento de sombra a doble cara, canaleta y recipiente para almacenar el agua. Es una herramienta clave para la recolección de datos de niebla un lugar, como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 2

Neblinómetro o SFC.



Sistema captador de agua de niebla del punto 2 (SCAN 2) de 1 metro por 1 metro de área de malla efectiva. Fuente: propia.

- b) **Large Fog Collector (LFC)** es una versión grande del SFC, permite capturar un mayor volumen de agua, es utilizado principalmente para proyectos que necesitan grandes cantidades de agua y se encuentran en una zona desértica (Borja Luis, 2021). Uno de los proyectos de colecta de agua de niebla en las lomas de VMT, colocaron 5 LFC's como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 3

Sistemas de captación de agua a gran escala



Cinco atrapanieblas grandes entre la zona de muestreo 1 y la zona de muestreo 2.

Fuente: Propia

- c) **Neblinómetro tipo árbol u captador de niebla optimizado**, se usa cuando no se conocen las condiciones del lugar y no se han realizado

investigaciones técnicas anteriores para evaluar la capacidad de captura del área (densidad, persistencia y estabilidad de la niebla, disposición y altura de los paneles, tamaño requerido de los paneles, entre otros aspectos) (Estrada, 2014) como puede observarse en la siguiente figura.

Figura 4

Neblinómetro tipo árbol



Nota: Estructuras del proyecto “Lifenieblas” en las islas Canarias. Fuente: lifenieblas.com

11. Políticas Ambientales

La Constitución del Perú obliga al Estado a promover la conservación de la diversidad biológica de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). En el artículo 11 de la Ley N° 26834 - Ley de Áreas Naturales Protegidas, se otorga el derecho a los gobiernos regionales de gestionar la creación de un ACR en su jurisdicción, siempre y cuando tenga una relevancia ecológica significativa y no califique para ser declarada un área del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANPE). El artículo 21 establece que las ACR son áreas de uso directo, donde se autoriza el aprovechamiento o extracción de recursos naturales, principalmente por comunidades locales, con la condición de que sean

compatibles con los objetivos del área y se respeten los recursos naturales endémicos de la zona.

El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), entidad técnica especializada que depende del MINAM, tiene la responsabilidad de supervisar el SINANPE y de analizar las propuestas para la creación de áreas naturales protegidas. La MML ha enviado al SERNANP la documentación técnica para el establecimiento del ACR Sistema de Lomas de Lima, la cual fue elaborada de acuerdo con la Directiva para la evaluación de las propuestas para el establecimiento de las Áreas de Conservación Regional, aprobada por Resolución Presidencial N°205-2010-SERNANP. Por DS N°011-2019 MINAM, se establece el ACR Sistema de Lomas de Lima, siendo la MML la responsable de su administración y financiamiento. Además, se ordena que la Municipalidad sea la responsable de reportar el estado de conservación del área con el SERNANP. Es importante que se implementen normativas ambientales más rigurosas y la promoción de prácticas sostenibles en la industria, el transporte, la educación y la sensibilización a la población acerca de la relevancia de preservar los servicios ecosistémicos brindados por el medio ambiente y la biodiversidad.

El Gobierno Peruano, a través del MINAM establecieron los indicadores de calidad ambiental para el periodo 2021 – 2023 de todos los compartimentos ambientales a través del Decreto Supremo N°020-2021-MINAM (Ministerio del Ambiente, 2021) , ya sea en el agua, suelo y aire, además, la implementación de estándares y límites máximos permisibles son esenciales para garantizar un ambiente saludable y sostenible y la implementación de políticas y estrategias de gestión ambiental efectivas.

12. Límites Máximos Permisibles (LMP)

La normativa gubernamental peruana tiene como propósito establecer los límites máximos permitidos de contaminantes en diferentes fuentes emisoras, como líquidos, gases y residuos sólidos. El enfoque principal de la investigación es determinar la influencia de la proximidad de los ecosistemas de LC a una atmósfera contaminada por actividades antropogénicas. Cabe recalcar que los metales pesados provocan toxicidad en las moléculas biológicas de tres distintas maneras: generando especies reactivas, bloqueando grupos funcionales y reemplazando iones metálicos básicos. La toxicidad de metales pesados en las plantas provoca un crecimiento atrofiado, una baja producción y aberraciones en las funciones metabólicas.

12.1 LMP para agua de consumo humano

Las concentraciones máximas permisibles (LMP) para los elementos pesados como cadmio, cromo y plomo en agua para consumo humano, propuesto por el Ministerio de Salud en el 2010, son de 0.003 mg Cd L⁻¹, 0.050 mg Cr L⁻¹ y 0.010 mg Pb L⁻¹. En cuanto a la calidad organoléptica (Ministerio de Salud, 2010).

13. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Las guías o niveles de concentraciones de contaminantes son establecidos por el Gobierno Peruano con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente. Estos niveles se establecen para el aire, agua y suelo, y son conocidos como Estándares de Calidad Ambiental (ECA). En el caso de las lomas, los ECA se miden en el cuerpo receptor y son fundamentales para determinar si los niveles de contaminantes en el agua y suelo cumplen con los estándares recomendados.

13.1 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua de riego de cultivos

En la normativa actual del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para el agua destinada al riego de cultivos y consumo animal, se han establecido niveles permitidos para los metales pesados plomo, cadmio y cobre, los cuales están relacionados con el estudio, con la finalidad de determinar si el agua cumple con los estándares de calidad establecidos. Estos límites son de 0.05 mg/l, 0.01 mg/l y 0.2 mg/l, respectivamente, y se utilizan como indicadores de la presencia de estos elementos en el agua, así como para determinar si su calidad se ve comprometida (MINAM, 2017).

13.2 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola

El Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM ha aprobado los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos en Perú. En el caso específico del plomo en suelo, se ha decidido utilizar suelo agrícola como punto de referencia para la salud ambiental. El valor permitido establecido es de 70 mg/kg en peso seco. Para el cadmio, se ha establecido un límite de 1.4 mg/kg y para el Cromo, se ha fijado un valor límite de 0.4 mg/kg. Es importante destacar que estos límites establecidos en las normativas son cruciales para asegurar la salvaguarda del medio ambiente y de la salud pública (Ministerio del Ambiente, 2017).

14. Antecedentes regionales

Según un estudio realizado por (Cereceda et al., 2000) en 1992, los 330 habitantes de Chungungo, una pequeña localidad pesquera al norte de La Serena, Chile, con una ingesta promedio de agua por individuo de 14 litros a un costo de US\$ 8 por m³. Sin embargo, desde entonces, la población de la localidad y el municipio decidieron utilizar 50 atrapanieblas de malla Raschell con una superficie de 48 m² cada uno para recolectar

agua potable de la niebla en la cumbre del cerro de la mina el Tofo, a una altura de 780 metros sobre el nivel del mar. En los primeros años de operación, la disponibilidad de agua per cápita se duplicó y, a los siete años, el sistema funcionaba con normalidad y suministraba agua potable a la población, que casi se duplicó en ese tiempo, para el consumo y riego de huertos domésticos. La población se organizó en un Comité de Agua Potable Rural para administrar el agua disponible y la Corporación Nacional Forestal (CONAF) chilena gestionó y administró el sistema en los primeros años. También, se llevaron a cabo la siembra de especies arbóreas en dos áreas de 4 hectáreas cada una y la instalación de una planta para la faena de pescado y mariscos en la caleta. A pesar de las variaciones climáticas producidas por el Fenómeno de El Niño y La Niña, el proyecto ha demostrado su viabilidad y se ha comprobado que, aunque la recolección de agua fue mayor en el primer año, la captación en el segundo y tercer año también ha sido prometedora desde el punto de vista del aprovechamiento y consumo humano.

Según estudios realizados en la localidad de El Tofo en la región de Coquimbo, Chile por Cereceda y Shemenauer en 1992, se determinó que los análisis del agua captada en atrapanieblas se encuentran dentro de los parámetros de la normativa chilena de calidad de agua potable y la de riego (NCH 409 y NCH 1333, respectivamente).

Sin embargo, contrastando con un estudio más reciente de (Cereceda et al., 2014), las condiciones de Lima Metropolitana no son comparables con la localidad del Tofo, cuyo centro poblado más cercano es el pueblo de Chungungo, que para el momento de la investigación no superaba los 330 habitantes, frente a los casi 11 millones de habitantes estimados para el año 2022 de la megalópolis Limeña (CPI Research, 2022).

15. Antecedentes nacionales

En un estudio similar al presente, realizado por (Pérez Cateriano, 2019), el cual se emplazó en el asentamiento humano Leandra Ortega en Ventanilla, cuyo objetivo era evaluar la idoneidad del agua para el consumo humano a través de la captación de agua de niebla. Se concluyó que el agua captada no es adecuada para consumo humano directo, debido a que se excedieron los parámetros (pH, turbiedad, coliformes totales y coliformes fecales) del Límite Máximo Permisible (LMP). No obstante, recomienda realizar pruebas para determinar la presencia de metales pesados en el agua.

En un estudio realizado en las lomas de VMT con el objetivo de determinar los criterios de diseño necesarios para la valorización de las LC por sus servicios ecosistémicos (Avendaño Cotrina, 2020) relaciona muy bien la necesidad de purificar el agua recolectada por atrapanieblas en las ciudades más grandes como Lima y Arequipa, si es que se quiere utilizar el recurso hídrico para consumo humano, así como para producción agrícola a través de biohuertos. De la misma manera, un estudio de carácter descriptivo sobre el impacto social, económico, político y ambiental generados por los atrapanieblas, en el distrito de Villa María del Triunfo (Sánchez, 2018) sostiene algo semejante, dónde se enfatiza que el agua captada por estos sistema no es para consumo humano, ya que sus características microbiológicas pueden causar episodios de diarreas, parásitos e inclusive la ingesta de plomo y otros químicos atmosféricos, lo que exige un tratamiento especial por el alto nivel de contaminación. Sin embargo, puede ser utilizada para riego y uso doméstico, como muchas experiencias exitosas en Chile, México, Colombia y Ecuador.

Un estudio semejante al actual, (Sierra Mendez, 2019) determina y analiza la presencia de metales tóxicos (Al, As, Cd, Fe y Pb) en las Partículas Sólidas Sedimentables (PTse) en

las Lomas de Asia, también evalúa las fuentes de emisiones de metales tóxicos en las partículas y agua de niebla. Se llegó a determinar la presencia de metales tóxicos como el Aluminio (Al), Arsénico (As) y Hierro (Fe). Sin embargo, no se pudo llegar a determinar si existía presencia de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), debido a que no se sobrepasaron los límites de detección de la técnica utilizada para el análisis de los PTse.

(Suiney Cestti, 2020) , en el estudio *“Siembra y cosecha de agua con atrapanieblas para forestación como mecanismo del cuidado del medio ambiente produciendo materia prima y evitando desastres en el área de influencia en lomas del distrito de Villa María del Triunfo – Lima”* el cual tuvo por objetivo el diseñar un sistema de siembra y cosecha de agua, recomienda que este sistema de captación de agua mediante nieblas no es el adecuado para su uso como fuente de agua potable para consumo humano, debido a la exposición al medio ambiente y, por ende, a la posibilidad de contaminación. Sin embargo, concluye que es una alternativa viable para otros fines habitacionales que no impliquen la ingestión directa del agua capturada.

Un proyecto muy importante que se está desarrollando en las LC de VMT es el proyecto de conservación, gestión y rehabilitación de ecosistemas frágiles de lomas de Lima (EbA Lomas, 2018), dónde colaboraron entidades como el MINAM, SERNANP y el Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo (PNUD) y fue financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente o (Global Environment Facility - GEF) por sus siglas en inglés. Sus principales objetivos son: la contribución de una gestión integrada de protección de los ecosistemas frágiles de LC, el desarrollo de herramientas de gestión integradas al territorio y procesos participativos con la población, para mejorar la eficacia de las ACR y sus zonas de amortiguamiento. Además, se plantea la reforestación de áreas degradadas con flora nativa, para el desarrollo y promoción de prácticas sostenibles de

bajo impacto, este punto será discutido más adelante debido a su importancia en la regeneración y conservación de las LC. Uno de los puntos que más resuena con esta investigación, es el establecimiento de un mecanismo de monitoreo permanente, donde las autoridades municipales de los distritos locales y el MINAM, trabajen en conjunto para la medición de la salud de los ecosistemas de LC.

III. OBJETIVOS/HIPÓTESIS

1. Objetivo general

Determinar la presencia de metales pesados en la Loma de Villa María del Triunfo.

2. Objetivos específicos

- 2.1** Evaluar el contenido de metales pesados (Cd, Cr total y Pb) en el agua obtenida por atrapanieblas como producto de la condensación en las Lomas de Villa María del Triunfo.
- 2.2** Evaluar el contenido de metales pesados (Cd, Cr total y Pb) en el suelo de las Lomas de Villa María del Triunfo.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Solicitud de permisos para intervención en la Loma Costera

La investigación realizada tiene alcances básicos, es una investigación de campo, se caracteriza por tener un enfoque cuantitativo y cualitativo y su alcance es descriptivo explicativo, debido a que se está explicando el porqué de la ocurrencia de la contaminación de las lomas por metales pesados. Se identificaron los principales actores, las entidades públicas como la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) la cual se encarga de administrar y financiar todos los proyectos y actividades relacionados a la conservación, monitoreo y vigilancia del área, y el Programa de Gobierno Regional de Lima Metropolitana (PGRLM). Además, la sociedad civil que está compuesta de la Asociación Circuito Ecoturístico Lomas de Paraíso que es una organización sin fines de lucro conformada por vecinos de los A.H Manantial, Bellavista y Quebrada Alta de Paraíso.

Se inició la comunicación con el PGRLM para tener la autorización de entrada al Área de Conservación Regional “Sistema de Lomas de Lima de Villa María”, a través de una carta emitida por la Dirección de Gestión de Proyectos y Promoción de la Investigación de la Universidad Científica del Sur, dónde se dio autorización al tesista para el ingreso al ACR por tratarse de temas netamente académicos. Así mismo se dio hincapié en la importancia de que la flora y fauna no se vea perjudicada de ninguna manera durante el desarrollo de los trabajos académicos, como se puede ver en el ANEXO N°1. A su vez, se brindó el correo de la Abogada María Victoria Montesinos Segura, para que se le dé aviso al personal de seguridad, comunicación que se llevó a cabo y se encuentra en el ANEXO N°2.

1.1 Sistema de Captación de Agua de Niebla (SCAN)

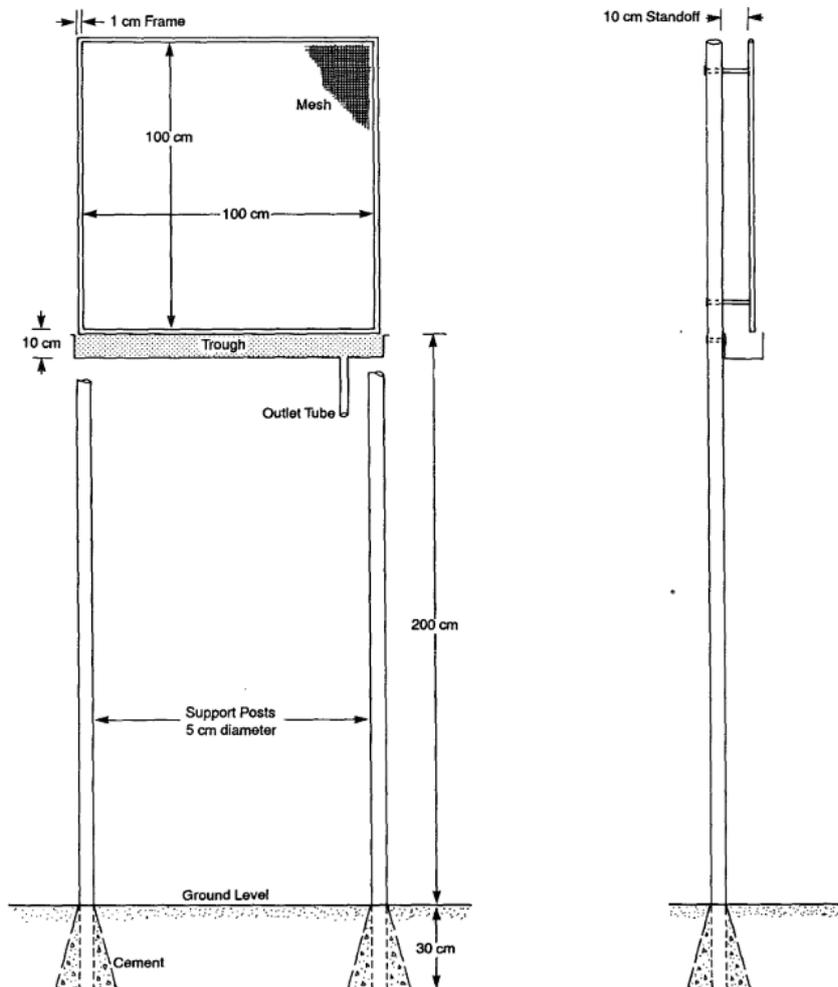
Se utilizó el SCAN Nebliómetro o Standar Fog Collector (SFC) (Shemenauer et al., 2005), de fácil construcción y económico. La dimensión del SFC fue de 1 m² de superficie.

La metodología utilizada siguió las indicaciones de (Cereceda et al., 2014) que especifica las dimensiones del neblinómetro estándar o SFC, con una superficie de 1 m² y un marco de doble malla Raschel de 35% de sombra. Esta malla, compuesta por polipropileno o nylon tejido con protección UV y una vida útil aproximada de 5 años, se usó en doble capa, alcanzando así una cobertura del 60%. (Merino Adriaola, 2017) señala que esta configuración se asemeja a una malla Raschell de 60% de sombra. Además, estudios comparativos como (Hidalgo Maylle, 2021), indican que la eficiencia es mayor con una malla Raschell del 65%.

El Nebliómetro SFC se colocó a partir de los 2 metros del suelo, según las características esenciales de un SFC, como se ilustra en la Figura 5.

Figura 5

Neblinómetro o SFC



Dimensiones y componentes principales del neblinómetro estándar (SFC). Adaptado de (Cereceda, 1994).

2. Descripción del área de estudio

2.1 Análisis de ubicación y dirección de los atrapanieblas

a. Ubicación

Los atrapanieblas fueron establecidos en un rango de los 613 a 642 m. s. n. m. para garantizar la presencia de niebla durante los meses húmedos; asimismo, se tomaron en cuenta lugares sin obstáculos como árboles, u otros SCAN, y además que presentan una

conurrencia antropogénica moderada o baja. Las coordenadas de ubicación se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1

Coordenadas de los puntos de muestro de agua y suelo

CODIGO	Coordenadas		Altitud	Dirección	Contenedores	
	Zona UTM	Norte				Este
CAMPO					(L)	
05080301*	18L	8656446	290805	640	Suroeste	16
05080302*	18L	8656316	290646	610	Oeste	3
5080401	18 L	8656451	290804	640	Suroeste	16
5080402	18 L	8656310	290648	611	Oeste	3
13100401	18 L	8656463	290813	642	Suroeste	16
13100402	18 L	8656303	290651	613	Oeste	3

b. Dirección

Los SCAN se colocaron de manera perpendicular a los vientos predominantes de la zona de estudio. La dirección del viento predominante para el mes de agosto es de componente Suroeste, mientras que para el mes de octubre los vientos predominantes tienen componente Sur y Suroeste y Oeste como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6

Dirección de Atrapanieblas 1 y Atrapanieblas 2



Primera foto corresponde al atrapanieblas 1 (A1), la brújula indica que se encuentra mirando hacia el Suroeste. Segunda foto corresponde al atrapanieblas 2 (A2), dónde la brújula india que el panel se encuentra mirando hacia el Oeste.

Figura 7

Dirección virtual del Atrapanieblas 1 y Atrapanieblas 2

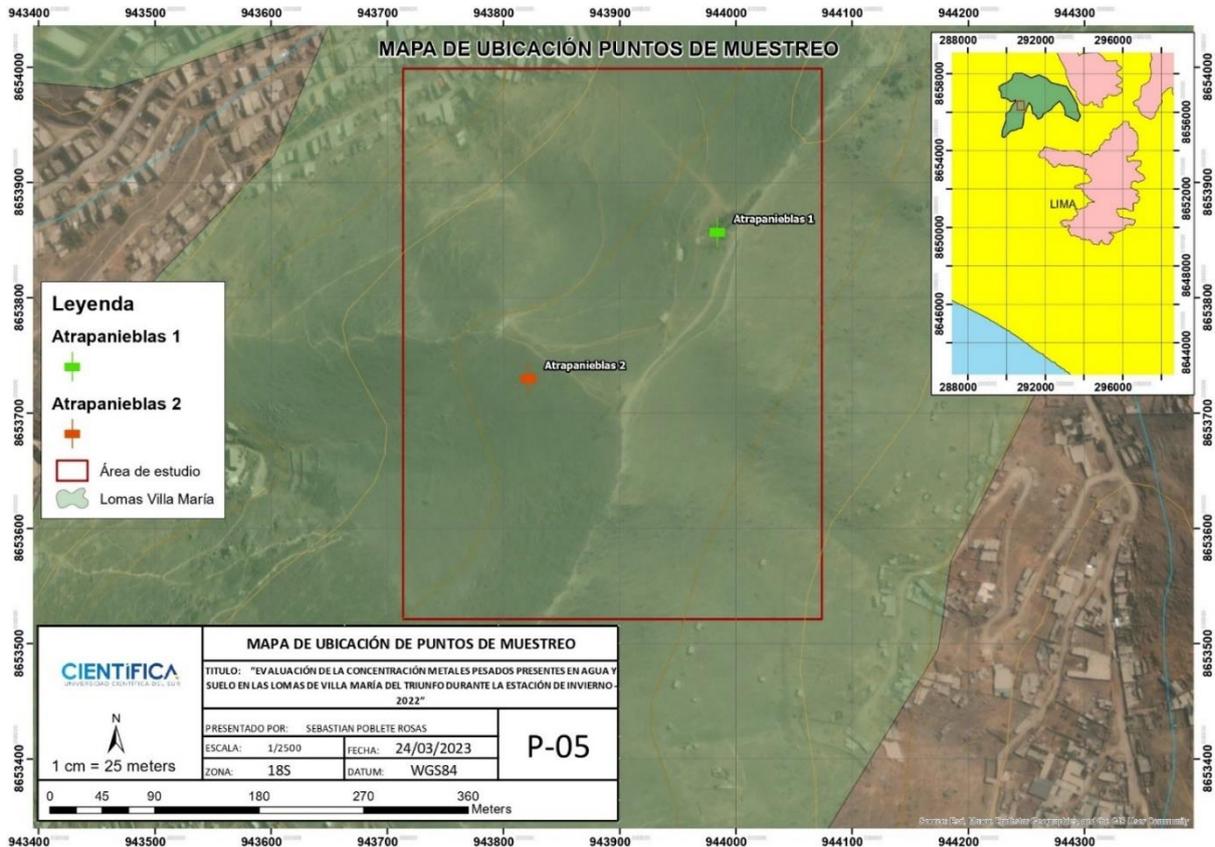


- a) Atrapanieblas 1, la flecha naranja indica una dirección suroeste. b) Atrapanieblas 2, la flecha indica dirección oeste de la estructura.

Los puntos de muestreo de agua y los dos puntos de muestreo de suelo se encuentran ubicados como se puede ver en el ANEXO N°12 y 13, con puntos de coordenadas y ubicación en la Tabla 1. Así mismo en la figura N°8, se puede observar la zona de estudio y la ubicación de los atrapanieblas.

Figura 8

Mapa de Ubicación de Atrapanieblas



La zona de estudio está enmarcada dentro del marco color rojo, el atrapanieblas 1 (color verde), mientras que el atrapanieblas 2 (color rojo). El ACR lomas de Paraíso está demarcado de color verde tanto en el mapa como en el mini mapa de ubicación.

Toma de muestras

La toma de muestras se realizó en dos distintos tiempos, se ha tratado de elegir momentos representativos de la temporada de mayor humedad en la costa central, es decir las estaciones de invierno y otoño. El mes de agosto, siendo último mes de invierno es el más frío del invierno y del año. Mientras que el mes de octubre, se priorizó que esté aún dentro de la temporada de nieblas, pero que represente un mes de transición entre la temporada húmeda y seca.

Caracterización de parámetros de suelo y agua

Se realizó la totalidad de los análisis de los parámetros físicos (pH, Turbiedad, Sólidos totales y sólidos suspendidos en agua y químicos (metales pesados) por el Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo y Medio Ambiente y Fertirriego (LASMAF), unidad académica de investigación y servicios de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la UNALM, ubicada en el distrito de La Molina, Lima. Se utilizó el método de Espectrofotómetro de Absorción Atómica para los metales pesados (plomo, cadmio y cromo) en agua y suelo. Además, se caracterizaron los parámetros físicos como el pH, Turbiedad, Sólidos totales y sólidos suspendidos en agua.

El primer muestreo fue realizado el (05/08/22), muestras que el segundo muestreo fue realizado el (13/10/22).

Como instrumentos de campo se utilizaron las guías de agua y suelo. El muestreo de agua y suelo siguieron los lineamientos descritos en los protocolos:

2.2 Protocolos para la toma de muestras de agua y suelo

- a. Agua: Se procedió a revisar las canaletas para verificar que estuvieran libres de sedimentos o residuos orgánicos y fueron registrados fotográficamente. Según las especificaciones para la toma de muestras de agua del LASMAF, la muestra debía entregarse en una botella de plástico de un litro de capacidad, debidamente rotulada, como se puede observar en el ANEXO N°22. Se evito total contacto con el agua, la cual fue trasvasada cuidadosamente del sistema colector a la botella de plástico, automáticamente se cerró la muestra y se procedió a transportarla inmediatamente al LASMAF ubicado en UNALM. (Dirección General de Salud Ambiental, 2015).Suelo: Muestreo dirigido o a juicio de experto, solo se contará con 1 punto de muestreo de suelo, adyacente

a cada SCAN. Se limpió superficialmente cualquier residuo u piedra sobre el área. Mediante una pala de mano se procedió a realizar el muestreo de la capa arable (0-30 cm de profundidad), por ser suelo natural. La muestra se colocó inmediatamente en una bolsa con cierre hermético tamaño grande, previamente rotulada y quitando todo el aire posible de la bolsa, observable en el ANEXO N°22. El mismo procedimiento fue realizado para el punto de muestreo 2. Inmediatamente se procedió a transportar las muestras al LASMAF de la UNALM en el menor tiempo posible. Condiciones ambientales nubladas y frías ayudaron a mantener las muestras a temperatura ambiente (14°C aproximadamente). (Ministerio del Ambiente, 2014)

Análisis de datos

Se empleó la comparación directa de los valores sin utilizar estadísticos numéricos o análisis formal. Se observaron diferencias visuales entre los periodos de muestreo y se identificaron patrones evidentes sin la necesidad de cálculos estadísticos. El análisis visual se realizó mediante gráficos que comparan los valores de los dos puntos de muestreo y los periodos de muestreo para extraer patrones o tendencias.

V. RESULTADOS

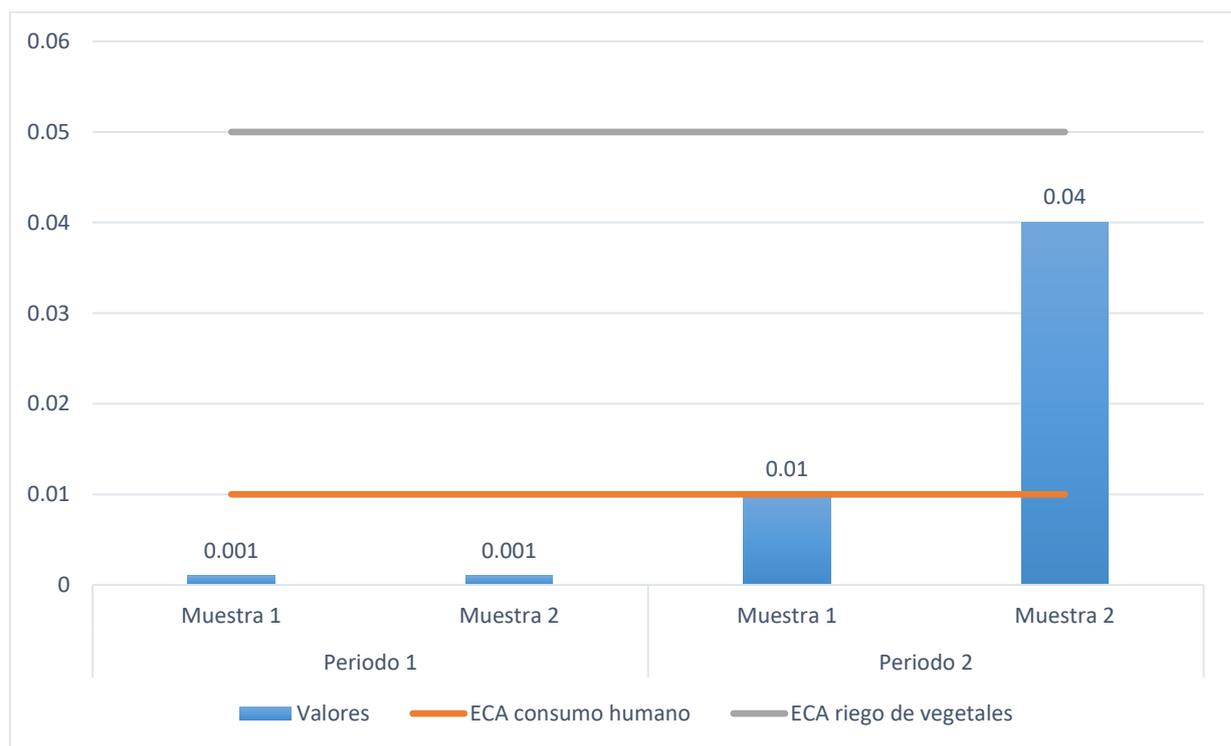
Se obtuvieron los resultados de los metales pesados (Pb, Cd, y Cr), así como otros parámetros físicos como el pH, Turbiedad, Sólidos totales y sólidos suspendidos en agua.

Los resultados de los análisis del primer periodo y el segundo periodo que se obtuvieron en el LASMAF de la UNALM, se encuentran en los ANEXOS 15 y ANEXO 16 respectivamente.

1. Metales pesados en agua

Figura 9

Contenido de Plomo en el agua en la Loma de Villa María (mg/L)

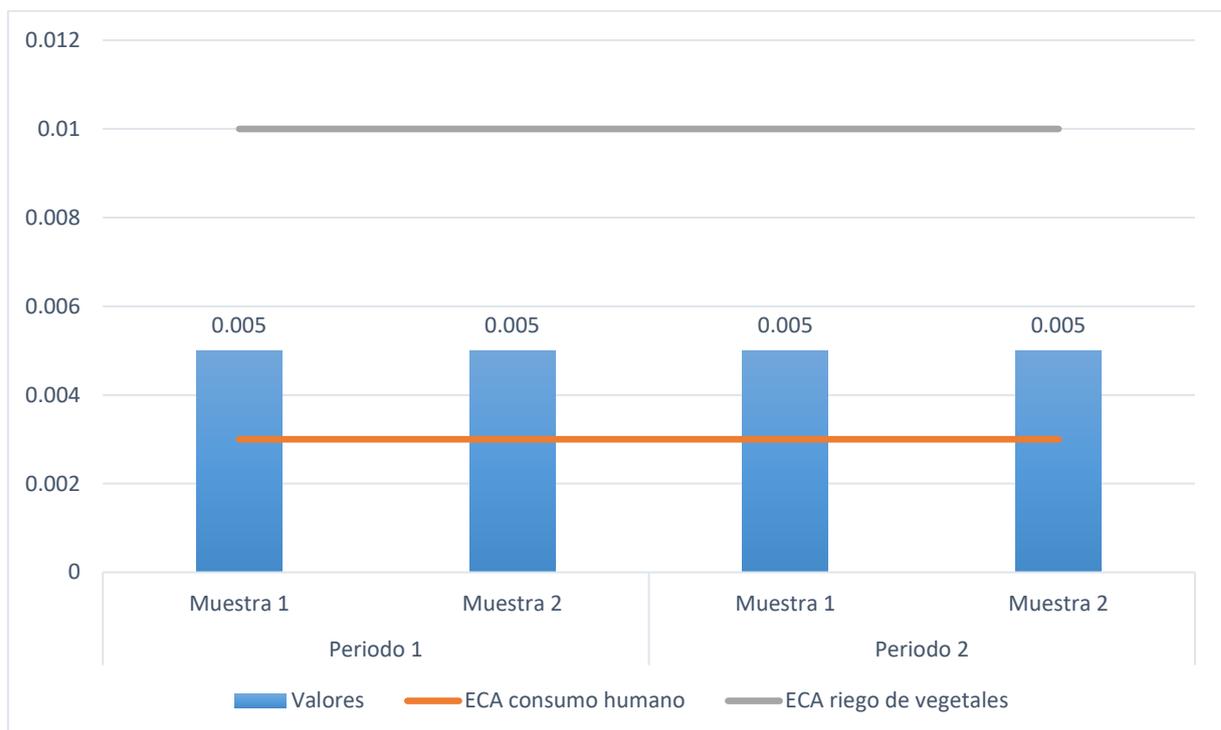


Se puede observar que el agua captada en la Loma de Villa María respecto al contenido de plomo durante el primer periodo de evaluación, demostró niveles muy bajos, lo cuales no son significativos y no superan el estándar de calidad de agua para el consumo humano y mucho menos el estándar de calidad para riego de vegetales, sin embargo, en el segundo periodo se observa que la primera muestra alcanza un valor de 0.01 mg/L

alcanzando el estándar de calidad para el consumo humano, por último, se observa que la segunda muestra del segundo periodo, el contenido de plomo en el agua fue de 0.04 mg/L, superando el estándar de calidad para el consumo humano, sin llegar a superar los estándares para riego de vegetales.

Figura 10

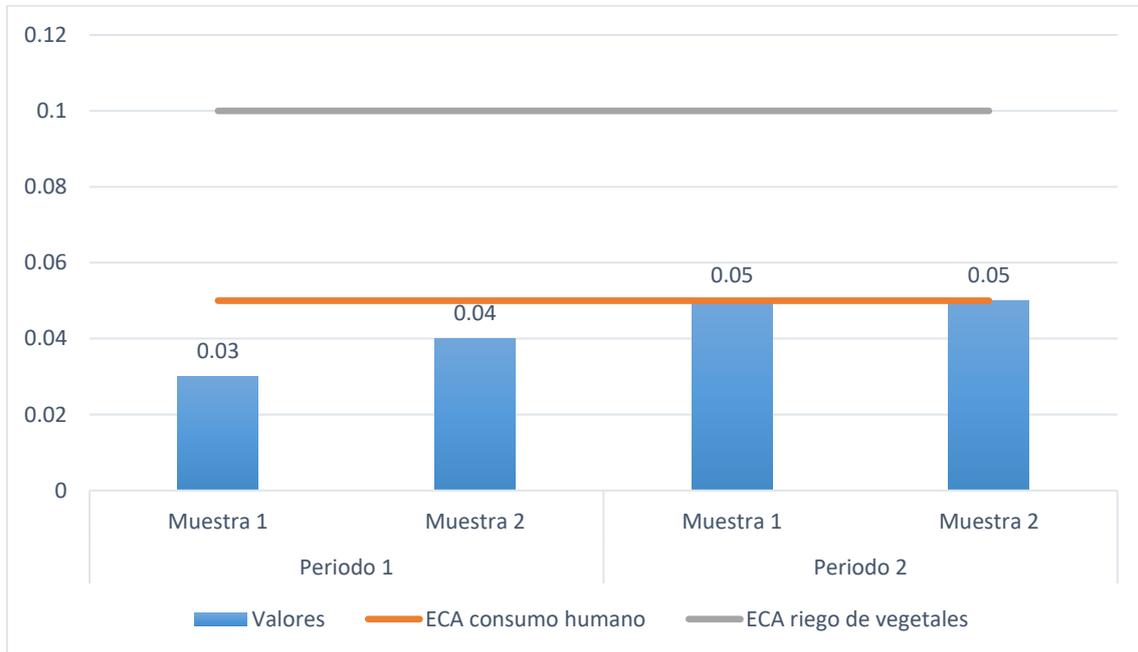
Contenido de Cadmio en el agua en la Loma de Villa María



Se observa que el contenido de cadmio en el agua en ambos periodos de evaluación y en todas las muestras, se mantiene constante <0.005 , sin embargo, podemos notar que dichos valores superan los estándares de calidad de agua para el consumo humanos, sin embargo, no se superan el estándar de calidad para riego de vegetales.

Figura 11

Contenido de Cromo en el agua en la Loma de Villa María

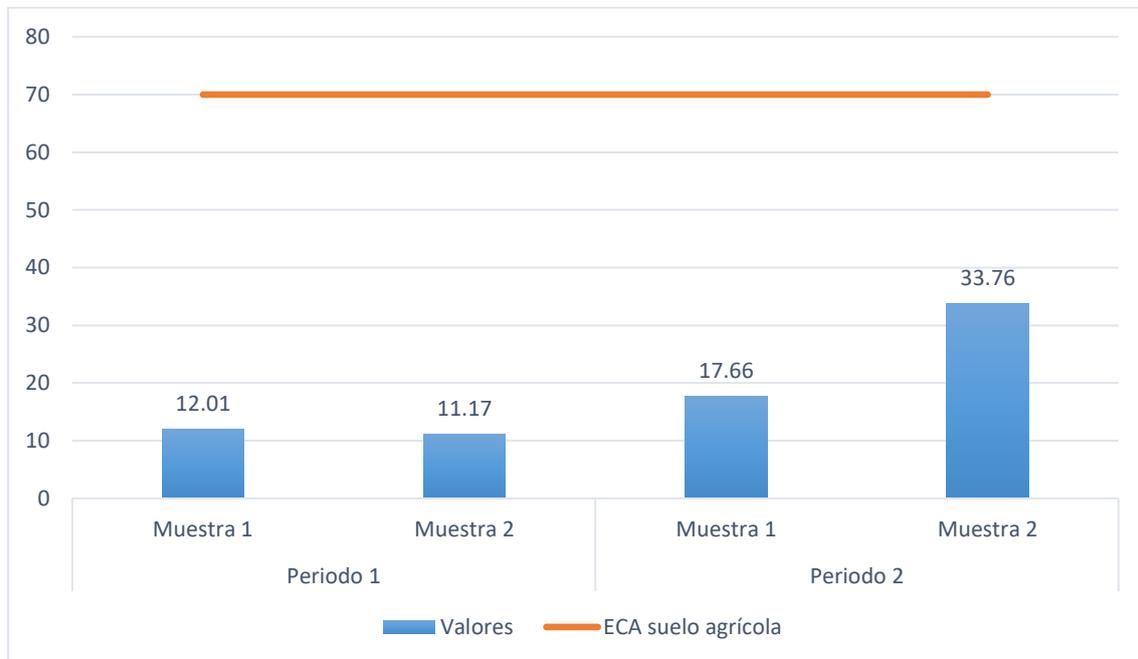


Con respecto al contenido de cromo en el agua, se observa que en todos los casos se observan valores inferiores, los cuales no sobrepasan el estándar de calidad para el consumo humano (0.05 Mg/L), sin embargo, al comparar los resultados entre los dos periodos, se observan valores superiores en el segundo periodo.

2. Metales pesados en suelo

Figura 12

Contenido de Plomo en el suelo en la Loma de Villa María (ppm)



Con respecto al contenido de plomo en el suelo de las muestras extraídas de la Loma de Villa María, se observa que en ninguna de las muestras de ambos periodos sobrepasa el estándar de calidad del contenido de plomo (ppm) para suelo agrícola, sin embargo, si se comparan ambos periodos, se observa que existe mayor contenido de plomo en el segundo periodo, con mayor concentración en la segunda muestra, que alcanza 33.76 ppm.

Figura 13

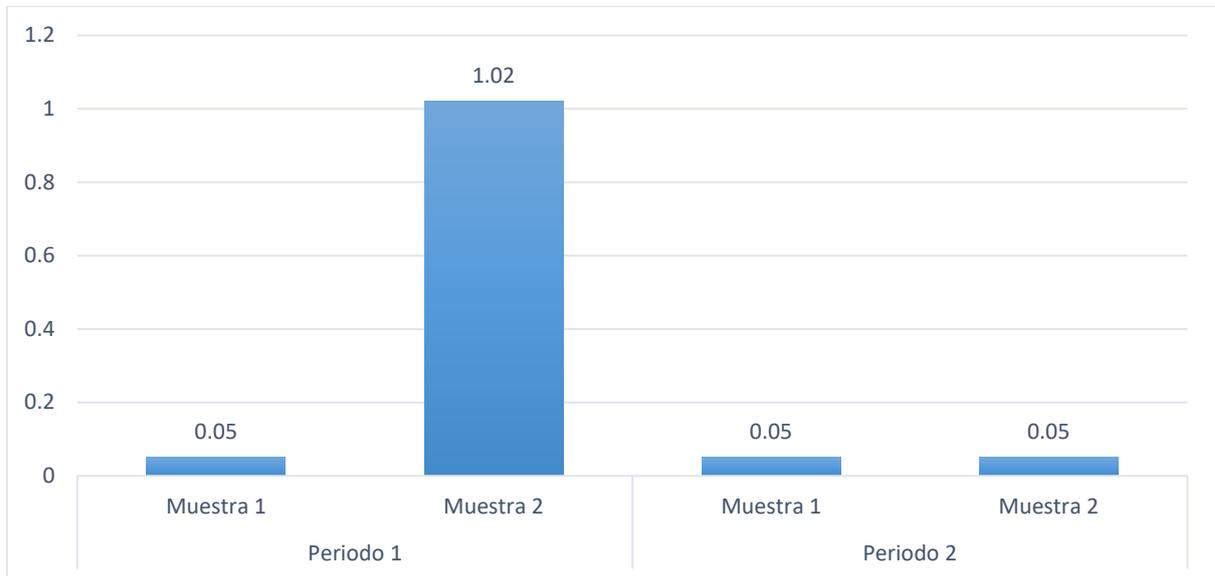
Contenido de Cadmio en el suelo en la Loma de Villa María (ppm)



Sobre el contenido de Cadmio en el suelo de la Loma de Villa María, se observa que, en todas las muestras, el resultado del contenido de dicho metal no fue significativo resultando en valores inferiores a 0.012 ppm, en todos los casos, a excepción de la segunda muestra en el segundo periodo cuyo valor fue 0.18 ppm, sin embargo, en ninguna medición alcanza el estándar de calidad para un suelo agrícola, cuyo valor es 1.4 ppm.

Figura 14

Contenido de Cromo en el suelo en la Loma de Villa María

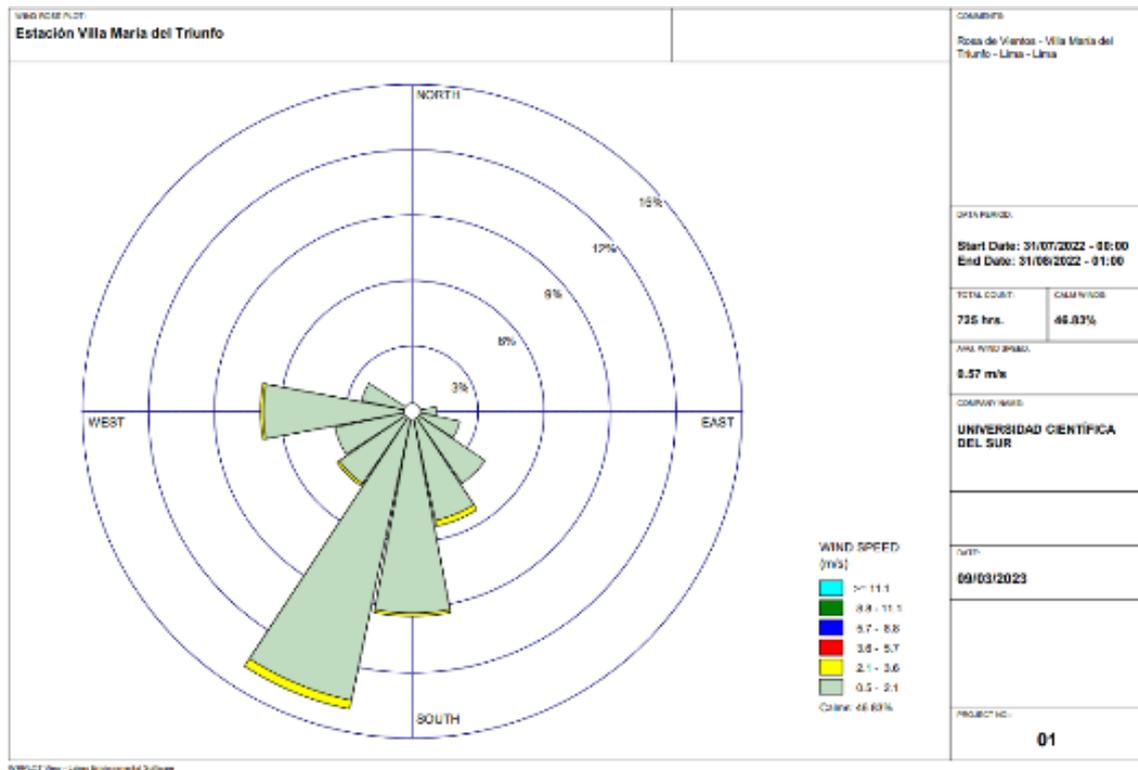


En el caso del cromo, si bien, no se cuenta con un límite determinado, dado que dicho parámetro no aplica para suelo agrícola, sin embargo, en la segunda muestra del primer periodo, se puede observar que el valor del contenido de cromo en el suelo fue de 1.02 ppm, mientras que, en el resto de las mediciones realizadas, los valores fueron no significativos, inferiores a 0.05 ppm.

Figura 15

Rosa de viento de la estación meteorológica de Villa María mes de agosto

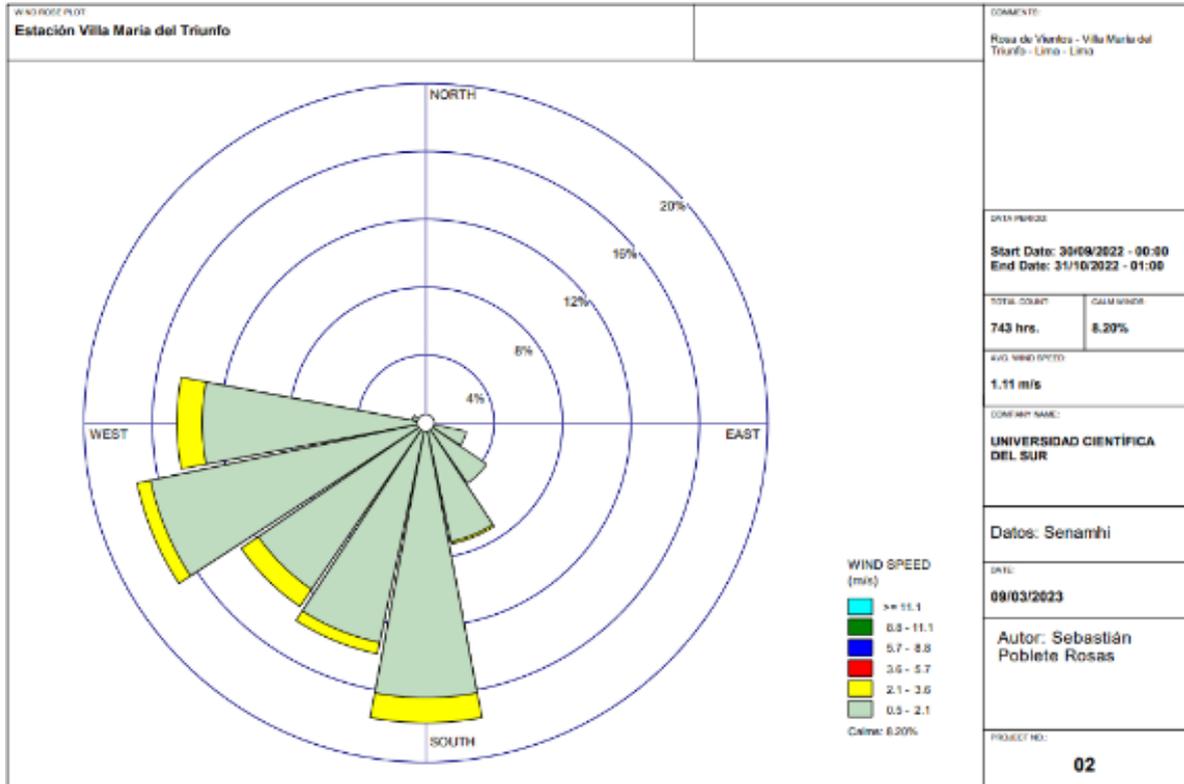
E



La figura 15 representa la dirección del viento predominante promediado para todo el mes de agosto en la estación de VMT. Se aprecia que la dirección sur-suroeste (SSO) es la predominante, datos obtenidos del SENAMHI. Viento promedio 0.57 m/s y 46.83 por ciento de vientos en calma. Datos obtuvieron del portal de descarga de datos de estaciones automáticas del SENAMHI.

Figura 16

Rosa de viento de la estación meteorológica de Villa María mes de octubre



El gráfico representa la dirección del viento predominante promediado para todo el mes de octubre en la estación de VMT. Se aprecia que la dirección tiene dos componentes predominantes: oeste-suroeste (OSO) y Sur (S). Viento promedio 1.11 m/s y 8.2 por ciento de vientos en calma. Datos obtuvieron del portal de descarga de datos de estaciones automáticas del SENAMHI.

VI. DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir la presencia de metales pesados tanto en las muestras de agua, como de suelo de la Loma de Villa María. En el caso del agua captada, se observó un aumento en los niveles de plomo en el segundo periodo, alcanzando incluso el límite máximo permitido para el consumo humano en algunas muestras. Por otro lado, los niveles de cadmio en el agua se mantuvieron constantes y superaron el estándar de calidad de agua para el consumo humano. Como indica el estudio (Sierra Mendez, 2019) ,para el caso de los metales pesados Pb y Cd, su presencia en el agua se puede dar por las actividades de extracción, debido al incremento de material particulado que ocasionan, este polvo puede ser resuspendido por acción de los vientos y acarreados hacia la zona de estudio por los vientos predominantes, visualizado en el ANEXO 9. A su vez, en un estudio realizado sobre el contenido de metales pesados en el agua de niebla en Lima Norte, se determinó que el Pb y el Cd fueron uno de los metales pesados que superaron las concentraciones de referencia de calidad ambiental para agua (Fernandez & Chávez, 2017). Durante el presente estudio, en cuanto al cromo en el agua, se obtuvieron valores por debajo de los límites máximos permitidos para el consumo humano, pero se observó un incremento en los niveles en el segundo periodo, debido probablemente al incremento de la velocidad del aire durante el segundo periodo, como se puede visualizar en la Figura 17, además los periodos de vientos en calma fueron significativamente menores al primer periodo, razón por la cual el transporte de material particulado pudo haberse adherido a la malla Rashel, empeorando la calidad del agua que fue recolectada.

Las concentraciones ligeramente más altas de metales pesados en el segundo periodo se pueden deber a la acumulación de contaminantes en las mallas, canaletas y mangueras. A su vez se observó un cambio de color significativo de la malla, debido a la acumulación de polvo y el efecto de los rayos UV, tal y como indica (Borja Luis, 2021).

En relación con el suelo muestreado, se encontró que el contenido de plomo se mantuvo por debajo del límite máximo permitido para suelo agrícola en todas las muestras, aunque se observó un incremento en el segundo periodo, especialmente en la segunda muestra. Por otro lado, los niveles de cadmio en el suelo se mantuvieron bajos y no superaron el límite máximo permitido para suelo agrícola. Respecto al cromo en el suelo, se encontraron concentraciones variables, destacando un valor relativamente elevado en la segunda muestra del primer periodo, aunque aún dentro de rangos aceptables.

Basándonos en la información recopilada sobre las emisiones antropogénicas en las áreas circundantes a la zona de estudio, siendo estas la quema de residuos, la explotación de canteras a tajo abierto, la práctica de la minería ilegal, además de la actividad industrial, y el parque automotor, los cuales generan sólidos en suspensión (Municipalidad de Villa María del Triunfo, 2004). Dichos contaminantes son acarreados por los vientos predominantes y terminan siendo depositados en las Lomas de Villa María, un estudio similar en el que se pueden extrapolar ciertos elementos, como la presencia de actividades humanas, tal y como ocurre en un estudio realizado en las Lomas de Asia, en el cual se investigó la presencia de metales tóxicos en las partículas y agua de niebla, donde se determinó que existe una correlación entre la presencia de actividades antrópicas aledañas a las lomas y la presencia de metales pesados (Al, As, Cd, Fe y Pb) en las lomas de Asia (Sierra Mendez, 2019).

Según lo expresado por Tang et al., (2008) y (Liu et al., 2012), hay una concordancia en que la concentración de metales pesados contenida en el agua de niebla es mucho mayor que la concentración contenida en el agua de lluvia, por lo tanto aumenta la posibilidad de que la niebla de Lima tenga un alto contenido de metales pesados disueltos. Como se discute en la primera investigación, uno de los principales factores para que esto suceda es:

La expansión urbana, el incremento de la población, el desarrollo de empresas mineras e industriales y el dramático incremento de vehículos, los cuales están directamente ligados al incremento de material particulado en la atmósfera y diversos contaminantes ambientales, lo que resulta en el incremento de la concentración de metales pesados en el agua de niebla, ya sea por que sirven como núcleos de condensación o porque son absorbidos por las gotículas de niebla (Tang et al., 2008). Este escenario es un fenómeno que está ocurriendo a escala global y ocurre en mayor medida en las grandes metrópolis, como la ciudad de Lima.

Acerca del conductividad eléctrica (C.E) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC), se presentaron valores ligeramente más altos en ambos parámetros en el segundo periodo de muestreo, lo que puede explicar la mayor adsorción de metales pesados en el suelo para el segundo periodo (Peris Mendoza, 2006).

Por otra parte, la evidente ausencia de la vegetación herbácea característica de las lomas durante el invierno del 2022, usualmente durante agosto las Lomas ya se encuentran cubiertas de un manto verde. Esto podría deberse a la baja humedad relativa durante el día y noches sin presencia de nubosidad, las cuales se presentaron durante agosto, el último mes de invierno y el más frío de todo el año. Esta ausencia de

nubosidad permitió que el suelo perdiera su calor rápidamente hacia la atmósfera y mantenga una temperatura baja promedio de 13°C.

Por esta razón se puede inferir que hubo una escasez de periodos suficientemente persistentes de nieblas durante el invierno del 2022. El agua que caía de los atrapanieblas sin canaleta actuó como factor desencadenante para el crecimiento de la vegetación lomerana en ese pequeño perímetro como se puede visualizar en el ANEXO N°22. Cabe recalcar que la presente investigación deja abierto un amplio campo de investigación sobre la acumulación de metales pesados en las lomas, dónde un estudio de fitotoxicidad en las herbáceas locales sería efectiva para determinar si existe un transporte de contaminantes del suelo a las plantas. Así como sostiene (Salinas Delgado, 2021), la especie de líquen *Physcia erumpens* fue la que mayor concentración de metales pesados presentó, siendo un posible candidato como bioindicador de calidad atmosférica.

Diversos estudios han llegado a la misma conclusión: el agua captada por medio de atrapanieblas no es apta para consumo humano directo debido a la posibilidad de contaminación microbiológica y presencia de metales tóxicos. Sin embargo, esta técnica puede ser utilizada como alternativa para otros fines habitacionales que no involucren la ingesta directa del agua, como la producción agrícola a través de biohuertos, no obstante, habría la posibilidad de que los vegetales acumulen contaminantes en sus tejidos y su ingesta sea un problema para la salud de las personas. Una posible solución sería realizar pruebas sistemáticas para determinar la presencia de metales pesados en el agua, así como la utilización de filtros y esterilizar el agua recolectada mediante atrapanieblas en grandes ciudades para su uso como fuente de agua potable para consumo humano u riego de vegetales.

Por las razones discutidas anteriormente, la vegetación de las lomas estuvo prácticamente ausente durante toda la temporada de lomas, es decir donde se presenta de mayor humedad (invierno y primavera); sin embargo, dentro del área de captación de los arbustos y árboles que están en las cimas de la zona de estudio, se pudo observar que la vegetación lomera se encontraba en su máximo esplendor, como se puede ver la comparación entre ambos periodos, visible en el ANEXO N°22 (segunda foto de la comparación).

VII. CONCLUSIÓN

- Se determinó la presencia de metales pesados (Cd, Cr y Pb) tanto en el agua captada por los atrapanieblas, como en el suelo de ambos puntos de muestreo ubicados en la Loma de Villa María del Triunfo.
- Las concentraciones de metales pesados (Cd, Cr y Pb) de captación de agua de niebla, ubicados en la Loma de Villa María del Triunfo fueron en su mayoría, mayores en el segundo periodo de muestreo. No superándose el LMP de ningún metal para agua de riego de vegetales. No obstante, se superaron las concentraciones de Cadmio (0.05 Mg/L) para el LMP para agua de consumo humano (0.003 Mg/L), mientras que el Plomo y Cromo, lograron alcanzar el umbral mínimo de concentración para el segundo periodo de muestreo con 0.01 Mg/L y 0.05 Mg/L respectivamente.
- La presencia de metales pesados (Cd, Cr y Pb) en ambos puntos de muestreo de suelo, ubicados en la Loma de Villa María del Triunfo. Las concentraciones de estos metales pesados fueron en su mayoría, mayores en el segundo periodo de muestreo. No se llegó a superar el ECA para suelo agrícola de ninguno de los metales muestreados. Sin embargo, se registró un aumento de la concentración de Pb y Cd para el segundo periodo de muestreo. El Cr no presentó valores significativos.

VIII. RECOMENDACIONES

- En el caso se requiera emplear esta agua para riego de hortalizas y/o consumo humano, se debe implementar un sistema de filtrado para garantizar tanto la calidad organoléptica y microbiológica del agua a través de la cloración, como propone (Merino Adriazola, 2017).
- Realizar estudios posteriores de mayor extensión temporal en el suelo de las lomas, debido a que, si bien no se superaron los ECA para suelo agrícola, pero sí se evidenció una acumulación de metales pesados (Pb y Cd) entre los periodos de muestreo.
- Realizar la limpieza y mantenimiento periódico de la malla Rashel, canaletas y recipiente de captación para evitar la acumulación de metales pesados como el plomo y cobre en el agua captada.
- Realizar estudios posteriores en la vegetación de las lomas, con la finalidad de verificar si es que la contaminación de los suelos es acumulada en los tejidos vegetales de las especies herbáceas y arbustivas que caracterizan a la vegetación lomera.
- Efectuar la instalación de una mayor cantidad de atrapanieblas, o en lo posible, poner en funcionamiento la mayor cantidad de proyectos de atrapanieblas y riego tecnificado ya existentes, para hacer frente a la falta de humedad a comienzos de temporada, momento crucial para que la vegetación lomera despierte.
- Los atrapanieblas ubicados en las laderas occidentales de las Lomas de Paraíso se encuentren en dirección Oeste, ya que la dirección del viento en esta zona se rige por la topografía y es predominantemente Oeste. Así como verificar que los SCAN estén completamente nivelados para evitar pérdidas.

- Realizar un estudio sobre las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos de las LC, específicamente sobre la pluma de dispersión de material particulado proveniente de la fábrica de cemento UNACEM, el parque industrial de Villa el Salvador, botaderos y quema de basura.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ana María Errázuriz et al. (1987-1998), Manual de geografía de Chile. Ed. Andrés Bello, Chile.

<https://books.google.com.bo/books?id=oXGaJKGMaMgC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q=austral&f=false>

Alvarez, J. A. (2016). *Modelo para la evaluación de la concentración de plomo, cadmio y cromo contenidos en material particulado respirable en la localidad Los Mártires, Bogotá D.C.* 147. <http://www.bdigital.unal.edu.co/51459/>

Aranda Elejalde, S. P., Espinoza Rojas, M. R., & Hurtado Tobies, E. Z. (2019). *Impactos de las redes sociales en las lomas del Paraíso en el distrito de Villa María del Triunfo.* [https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/1242/TURISMO Y NEGOCIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/1242/TURISMO_Y_NEGOCIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Avendaño Cotrina, A. L. (2020). Valoración de los servicios ecosistémicos de lomas costeras en los criterios de diseño del espacio público en zonas de amortiguamiento. Lomas El Paraíso, Villa María del Triunfo. *Pontificia Universidd Católica Del Perú*, 50. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/15557>

Balaguer, L., Arroyo-García, R., Jiménez, P., Jiménez, M. D., Villegas, L., Cordero, I., de Casas, R. R., Fernández-Delgado, R., Ron, M. E., Manrique, E., Vargas, P., Cano, E., Pueyo, J. J., & Aronson, J. (2011). Forest restoration in a fog oasis: Evidence indicates need for cultural awareness in constructing the reference. *PLoS ONE*, 6(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023004>

Barrie, L. A., & Schemenauer, R. S. (1986). Pollutant wet deposition mechanisms in precipitation and fog water. *Water, Air, and Soil Pollution*, 30(1–2), 97. <https://doi.org/10.1007/BF00305178>

Bejarano Acosta, L., & Hurtado Gonzáles, Y. (2022). Revisión de alcance sobre alteraciones sobre el desarrollo neuropsicológico y los trastornos de la conducta en población ocupacional y ambientalmente expuesta a metales pesados – 2010-2020. *Universidad Del Rosaio*. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/9231e87b-8593->

4154-aacd-ddf99189f597/content

Beresford-Jones, D., Pullen, A. G., Whaley, O. Q., Moat, J., Chauca, G., Cadwallader, L., Arce, S., Orellana, A., Alarcón, C., Gorriti, M., Maita, P. K., Sturt, F., Dupeyron, A., Huaman, O., Lane, K. J., & French, C. (2015). Re-evaluating the resource potential of lomas fog oasis environments for Preceramic hunter-gatherers under past ENSO modes on the south coast of Peru. *Quaternary Science Reviews*, 129, 196–215. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.10.025>

Borja Luis, H. T. (2021). Colección de Agua de Niebla usando Colectores SFC, BOX, Árbol en Villa María del Triunfo. Lima - Perú. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 5. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4639>

Cárdenas Muñoz, R. A. (2012). *METALES PESADOS EN MUESTRAS DE MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO DE UN PERÍODO CRÍTICO DE CONTAMINACIÓN DE LA CIUDAD DE SANTIAGO*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/188453>

Castillo Alegría, Y. G. (2010). *Evaluación química toxicológica de plomo en suelo de Lima Metropolitana*. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1621/Castillo_ay.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cereceda, P. (1994). A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions. *Journal of Applied Meteorology*, 34(9), 1315. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1995\)034<2108:copsfc>2.0.co;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1995)034<2108:copsfc>2.0.co;2)

Cereceda, P., Hernández, P., Leiva, J., & Dios, J. (2014). Agua de Niebla. *Dirección General de Aguas*, 13–132. <http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/Libro-Agua-de-Niebla-1.pdf>

Cereceda, P., Larrain, H., Osses, P., & Schemenauer, L. S. (2000). *Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural sustentable*.

Chang Huayanca, A. J. (2014). La cobertura periodística del Fenómeno El Niño de 1925-1926 en el diario El Comercio de Lima. *Pontificia Universidad Católica Del Perú*, 97. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5609/CHANG_HUAYANCA_ANTONIO_FENOMENO_NINO.pdf?sequence=1

- Claizer, R. (2010). *Mecanismos de Condensación y Precipitación*. 1–12. <http://www.um.es/geograf/clima/tema05.pdf>
- Coto Zevallos, José Luis y Romero Pariachi, R. (2010). Equidad en el acceso al agua en la ciudad de Lima: Una mirada a partir del derecho humano al agua. *Universidad Pontificia de Peru*, 1–297. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r36975.pdf>
- CPI Research. (2022). Perú población 2022. *Market Report*, 1–21. <https://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/23/poblacion2022.pdf>
- Dancé Caballero, J. J., & Sáenz Yaya, D. F. (2013). Estado de la situación y gestión ambiental en Perú. *Usmp.Edu.Pe*, 1, 49–50.
- Díaz Saavedra, J. G. (2019). Niveles De Concentración De Pm10, No2, So2, H2S, Co Y Variables Meteorológicas En La Zona Industrial De Villa El Salvador. *Universidad Nacional Tecnológica de Lima*, 1–101. <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/166>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2015). RD N°160-2015-DIGESA. In *Resolución Directoral* (Vols. 160–2015, p. 23). http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf
- Domínguez, C., Echeverría, P., Villacís, M., & Violette, S. (2019). Evaluación de la cosecha de neblina como una fuente potencial para el aprovechamiento de agua. In *Aplicaciones e innovación de la ingeniería en ciencia y tecnología*. <https://doi.org/10.7476/9789978104910.0005>
- EbA Lomas. (2018). Retos y oportunidades en la conservación de las lomas de Lima Metropolitana. *PNUD*, 15. [https://www.undp.org/content/dam/peru/docs/Publicaciones medio ambiente/Brochure_24PP_FINAL.pdf](https://www.undp.org/content/dam/peru/docs/Publicaciones%20medio%20ambiente/Brochure_24PP_FINAL.pdf)
- Estrada, H. (2014). Tecnología para la captación de recursos hídricos: la niebla como fuente de agua. *Departamento de Investigación y Documentación Parlamentaria*, 511, 19. <http://www.congreso.gob.pe/dgp/didp/inicio.htm>

- Fernandez, M., & Chávez, D. (2017). Contenido de metales totales en el agua de niebla de norte de Lima Metropolitana. *ILLARI - Revista de Ingeniería Ambiental*.
- Garcia, R., Miyashiro, J., Orejón, C., & Pizarro, F. (2014). Crecimiento urbano, cambio climático y ecosistemas frágiles: el caso de las lomas de Villa María del Triunfo en Lima Sur. *Perú Hoy*, 274–297. <https://urbano.org.pe/descargas/investigaciones/PERU-HOY/PH-2014.pdf>
- Gutiérrez Flores, R. R., & Márquez Cabezas, J. L. (2020). Análisis de los factores asociados al crecimiento del tráfico vehicular, mediante un método dinámico intertemporal en Lima Metropolitana periodo, 1990-2018. *San Ignacio De Loyola*, 1–101. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b88e8262-a3a3-411f-b89c-7d7014fa9a7a/content>
- Hidalgo Maylle, F. S. (2021). Eficiencia del sistema de atrapanieblas con dos tipos de malla raschel para la captación de agua de niebla - Lomas de Paraíso – 2017. *Universidad César Vallejo*, 0–2. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59654>
- Jurado Tataje, J. R., & Portilla Fernández, D. E. (2022). Procesos periurbanos y su afectación en el ecosistema de lomas de Villa María del Triunfo, Lima, 2021. In *Universidad César Vallejo*. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Liu, X. H., Wai, K. M., Wang, Y., Zhou, J., Li, P. H., Guo, J., Xu, P. J., & Wang, W. X. (2012). Evaluation of trace elements contamination in cloud/fog water at an elevated mountain site in Northern China. *Chemosphere*, 88(5), 531–541. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.02.015>
- Lummerich, A., & Kai, T. (2009). Fog farming: linking sustainable land management with ecological renaturation in arid areas by means of reforestation. *University of Hamburg*, 1–5. <https://www.tropentag.de/2009/abstracts/full/218.pdf>
- Maldonado, M. M. (2019). DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA DISPERSIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO DE LA PLANTA UNACEM EN EL DISTRITO DE VILLA

- MARÍA DEL TRIUNFO UTILIZANDO EL SOFTWARE AERMOD VIEW. *Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur*, 1–120. <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/166>
- Márquez, J. (1993). Atrapanieblas; una tecnología para la reforestación de las lomas costeras del Perú. In *Ingeniería Industrial N°7* (pp. 88–98). <https://doi.org/10.26439/ing.ind1993.n007.3073>
- Merino Adriazola, A. L. (2017). Tratamiento de Agua de Neblina usando Filtros Cerámicos con fines de consumo humano en el Asentamiento HUmano Leandra Ortega, Callao. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 4–168. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2699#:~:text=El filtro permitió la eliminación,apta para el consumo humano.>
- Miguel, L. (2015). Guía de Flora de las Lomas de Lima. *SERFOR*. <http://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/484>
- MINAM. (2017). Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*, 6–9. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Ministerio de Salud. (2010). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. *DS N° 031-2010-SA*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2014). Guía para el Muestreo de Suelos. *Ministerio Del Ambiente Del Perú*, 72. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELO.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. *El Peruano*, sábado 2 de diciembre del 2017. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/DS_011-2017-MINAM.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2021). *PLAN DE ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP) PARA EL PERIODO 2021-2023 Decreto*

- Supremo N° 020-2021-MINAM. 2.
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2079730/PLAN DE ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES %28LMP%29 PARA EL PERIODO 2021-2023.pdf.pdf?v=1628868767](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2079730/PLAN_DE_ESTÁNDARES_DE_CALIDAD_AMBIENTAL_Y_LÍMITES_MÁXIMOS_PERMISIBLES_%28LMP%29_PARA_EL_PERIODO_2021-2023.pdf.pdf?v=1628868767)
- Moshinsky, M. (1995). Estándares de Calidad Ambiental de Agua. *Guías Para La Calidad*, 13(1), 27.
- Municipalidad de Lima. (n.d.). *Guía de aves de las Lomas de la provincia de Lima*.
- Municipalidad de Lima. (2019). Propuesta de Área de Conservación Regional. *Programa de Gobierno Regional de Lima Metropolitana*, 7–258.
<https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/281c735d3de6f8a5.pdf>
- Municipalidad de Villa Maria del Triunfo. (2011). *Plan de manejo de los residuos sólidos del distrito de Villa Maria del Triunfo*. 1–60.
http://www.munivmt.gob.pe/pdf/RESIDUOS_SOLIDOS.pdf
- Municipalidad de Villa María del Triunfo. (2004). *Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos Villa María del Triunfo*. 81.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2000). Manual De Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia. *Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N°13*. <https://www.fao.org/3/ai128s/ai128s00.pdf>
- Ortiz, D. E., & Alama, S. F. (2015). Niveles de mercurio , cadmio , plomo y arsénico en peces del río Tumbes y riesgos para salud humana por su consumo. *Rev. Del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*, 18(36), 35–41.
- Perez Atencio, R. M., Reyes López, J. A., & Guevara García, J. A. (2013). Evaluación de Riesgo Ambiental en un Tiradero con Quema de Basura. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. <https://www.redalyc.org/pdf/370/37029665013.pdf>
- Pérez Cateriano, L. V. (2019). CAPTACIÓN DE AGUA DE NIEBLA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD PARA CONSUMO HUMANO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LEANDRA ORTEGA, PACHACÚTEC - VENTANILLA, 2016. *Universidad Científica Del Sur. Facultad de Ciencias Ambientales. Ingeniería Ambiental.*, 1–126.

<https://hdl.handle.net/20.500.12805/806>

Peris Mendoza, M. (2006). ESTUDIO DE METALES PESADOS EN SUELOS BAJO CULTIVOS HORTÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN. *Universidad de Valencia*, 170.

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/9504/peris.pdf?sequence=1>

Pöschl, U. (2005). Atmospheric aerosols: Composition, transformation, climate and health effects. *Angewandte Chemie - International Edition*, 44(46), 7520–7540.

<https://doi.org/10.1002/anie.200501122>

Prieto Méndez, J., Gonzáles Ramirez, C., Róman Gutierrez, A., & Prieto Garcia, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29–44.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911243003>

Rivera Refulio, C. Y. (2019). Impacto del parque automotor y la calidad del aire en Lima Metropolitana durante las medidas de aislamiento social (COVID-19), 2020. In *Tesis de Licenciatura*.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

S. E. Pabón, R. Benítez, R. A. Sarria-Villa, & J. A. Gallo. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27), 10.

<http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v14n27/1909-8367-ecei-14-27-9.pdf>

Sagástegui, A. (2012). Propuesta para reducir las emisiones de polvo fugitivo en el proceso productivo de una empresa cementera. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 125.

http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/322410/2/Sagastegui_DA.pdf

Salinas Delgado, A. A. (2021). BIODIVERSIDAD, ÍNDICE DE PUREZA ATMOSFÉRICA (IPA) Y BIOACUMULACIÓN DE METALES (Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn) EN LOS LÍQUENES PRESENTES EN LAS LOMAS DE AMOQUINTO, HUACALUNA (MOQUEGUA) Y TACAHUAY (TACNA), 2020 Y 2021. *Universidad Nacional de Moquegua*, 63.

- Sánchez, J. A. (2018). Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018. *Universidad César Vallejo*, 95. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/15678/Sánchez_CJ A.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sanchez, Z. (2022). Impulsores de cambio de uso de suelo en ecosistemas de lomas: el caso de las Lomas del Sur de Lima. *South Sustainability*, 3(2), 4. <https://doi.org/10.21142/ss-0302-2022-e066>
- SENAMHI. (2015). *Evaluacion de Calidad Del Aire En Lima Metropolitana*. 1–90. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/405/Evaluación-calidad-aire-Lima-Metropolitana-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL). (2021). Estudio Tarifario (2022-2027). *Sedapal S.A., Mvc*, 228. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2021/12/Estudio-Tarifario-SEDAPAL.pdf>
- Servicio de Parques de Lima - SERPAR. (2014). Lomas de Lima. *Municipalidad Metropolitana de Lima*. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Sharma, A. K., Baliyan, P., & Kumar, P. (2018). Air pollution and public health: The challenges for Delhi, India. *Reviews on Environmental Health*, 33(1), 77–86. <https://doi.org/10.1515/reveh-2017-0032>
- Shemenauer, R. S., Cereceda, P., & Osses, P. (2005). FogQuest Fog Water Collection Manual. *International Development Research Centre, March*, 2–100. https://www.researchgate.net/publication/283364559_Fog_water_collection_manual
- Sierra Mendez, N. A. (2019). Evaluación de fuentes de emisión de metales tóxicos en las partículas y agua de niebla en las Lomas de Asia. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 97. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4134>
- Suiney Cestti, H. A. (2020). Siembra y cosecha de agua con atrapanieblas para forestación como mecanismo del cuidado del medio ambiente produciendo

materia prima y evitando desastres en el area de influencia en lomas del distrito de Villa María del Triunfo - Lima. *Univesidad Ricardo Palma Facultad De Ingeniería Escuela Profesional De Ingeniería Civil*, 0, 3–108.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3468>

SUNASS. (2015). Nota De Prensa N° 161 - 2015. *Boletín Virtual*, 8–9.
<http://sunass.gob.pe/boletin2016/febrero/notacentral1.html>

Tang, L., Niu, S., & Xu, X. (2008). Observational study of content of heavy metals in fog water relative to air pollution in suburbs of Nanjing. *2008 International Workshop on Education Technology and Training and 2008 International Workshop on Geoscience and Remote Sensing, ETT and GRS 2008*, 2, 384–387.
<https://doi.org/10.1109/ETTandGRS.2008.178>

Wang, Y., Cheng, K., Wu, W., Tian, H., Yi, P., Zhi, G., Fan, J., & Liu, S. (2017). Atmospheric emissions of typical toxic heavy metals from open burning of municipal solid waste in China. *Atmospheric Environment*, 152, 6–15.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.12.017>

WHO. (2018). *Burden of disease from ambient air pollution for 2016*.
https://www.who.int/airpollution/data/AAP_BoD_results_May2018_final.pdf

Zapata, M. P. (2003). Control De Costos De Una Operación Minera Mediante El Metodo Del “Resultado Operativo.” *Tesis Digitales UNMSM*, 0(May), 1–33.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/zapata_dm/cap1.pdf

X. ABREVIATURAS

Anticiclón del Pacífico Sur (APS)

Área de Conservación Regional (ACR)

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional Del Fenómeno El Niño (ENFEN)

Compañía Peruana de estudios de mercado y opinión pública SAC (CPI)

Compuestos Orgánicos semivolátiles (SVOC)

Dirección General de la Salud Ambiental (DIGESA)

El Niño Oscilación del Sur (ENOS) - El Niño Southern Oscillation (ENSO)

Fondo Mundial para el Medio Ambiente o Global Environment Facility (GEF)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Instituto Metropolitano de Planificación (IMP)

Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo y Medio Ambiente y Fertirriego (LASMAF)

Large Fog Collector (LFC)

Lomas Costeras (LC)

Material particulado menor a 10 micrómetros (μm) (PM_{10})

Material particulado menor a 2.5 micrómetros (μm) ($\text{PM}_{2.5}$)

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI)

Ministerio del Ambiente (MINAM)

Municipalidad Metropolitana de Lima (MML)

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Parque Industrial de Villa el Salvador (PIVS)

Programa de Gobierno Regional de Lima Metropolitana (PGRLM)

Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo (PNUD)

Proyecto de conservación, gestión y rehabilitación de ecosistemas frágiles de lomas de Lima (EbA Lomas)

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL)

Servicio de Parques de Lima (SERPAR)

Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP)

Sistema de Captación de Agua de Niebla (SCAN)

Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANPE)

Standard Fog Collector (SFC)

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)

Unión Andina de Cementos S.A.A. (UNACEM)

World Health Organization (WHO)

Universidad Nacional Agraria de La Molina (UNALM)

XI. ANEXOS

ANEXO 1.- Solicitud de autorización para realizar el trabajo de investigación a la MML en el ACR Sistemas Lomas de Lima, Villa María del Triunfo.

CARTA N° 060-DGPPI-CIENTIFICA-2022



Lima, 2 de junio de 2022

Señor
Miguel Romero Sotelo
 Alcalde de Lima Metropolitana
Presente. –

Atención: Programa de Gobierno Regional de Lima

De mi mayor consideración:

Es grato saludarlo y presentar al Sr. Sebastian Poblete Rosas, identificado con DNI N° 47870991, estudiante de la Universidad Científica del Sur, quien tiene el interés en desarrollar el proyecto de tesis: **"Determinación de la contaminación del aire en el Ecosistema de Lomas Costeras del distrito de Villa María del Triunfo durante la estación de Invierno (2022)"** el cual ha sido aprobado por la Carrera profesional de Ingeniería Ambiental y por el Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur.

Dicho trabajo requiere del permiso dado por su dependencia para iniciar la ejecución de la investigación, razón por la cual agradeceré que tenga a bien otorgarle las facilidades del caso.

Sin otro particular, me despido de usted agradeciendo su atención.

Atentamente,




Percy Mayta Tristán
 Director de Gestión de Proyectos y
 Promoción de la Investigación
Universidad Científica del Sur

T// (51) 610 6738
 informes@cientifica.edu.pe
 cientifica.edu.pe

CARTA N° 060-DGPPI-CIENTIFICA-2022

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

Lima, 2 de junio de 2022

Señor
Miguel Romero Sotelo
Alcalde de Lima Metropolitana
Presente.

Atención: Programa de Gobierno Regional de Lima

De mi mayor consideración:

Es grato saludarlo y presentar al Sr. Sebastian Poblete Rosas, identificado con DNI N° 47870991, estudiante de la Universidad Científica del Sur, quien tiene el interés en desarrollar el proyecto de tesis: **"Determinación de la contaminación del aire en el Ecosistema de Lomas Costeras del distrito de Villa María del Triunfo durante la estación de Invierno (2022)"** el cual ha sido aprobado por la Carrera profesional de Ingeniería Ambiental y por el Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur.

Dicho trabajo requiere del permiso dado por su dependencia para iniciar la ejecución de la investigación, razón por la cual agradeceré que tenga a bien otorgarle las facilidades del caso.

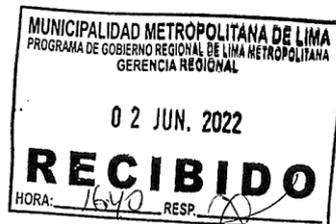
Sin otro particular, me despido de usted agradeciendo su atención.

Atentamente,



[Signature]

Percy Mayta Tristán
Director de Gestión de Proyectos y
Promoción de la Investigación
Universidad Científica del Sur



T: (51) 610 6739
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe



MUNICIPALIDAD DE
LIMA

"Decenio de Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Lima, **10 JUN. 2022**

CARTA N° 105 -2022-MML/PGRLM-SRRNMA

Señor.-

PERCY MAYTA TRISTÁN

Director de Gestión de Proyectos y Promoción de la Investigación
Universidad Científica del Sur

Presente. -

Asunto : Permiso para trabajos de investigación dentro de las Lomas de Villa María.

Referencia : Carta N°60-DGPPI-CIENTIFICA-2022

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y en atención al documento de la referencia, mediante el cual solicita autorización para realizar trabajos de investigación en el Sistema de Lomas de Lima, ámbito de Villa María del Triunfo. Al respecto, hacemos de su conocimiento que se ha puesto en consideración su solicitud y que al tratarse de temas netamente académicos se autoriza el ingreso al alumno Sebastián Poblete Rosas a las Lomas de Villa María. Se deberá tomar en cuenta que al tratarse de un Área de Conservación Regional este alberga flora y fauna que no deben verse perjudicados de ninguna manera durante el desarrollo de los trabajos académicos previstos, estando así, prohibido extraer cualquier especie animal endémica salvo sea para brindar auxilio, estando los estudiantes involucrados en la obligación de poner en conocimiento en forma inmediata al Programa de Gobierno Regional de Lima Metropolitana si un caso así o similar surgiera.

También se precisa que las actuaciones realizadas dentro del ACR deben ser en respeto a la flora del lugar, no pudiendo así depredar o utilizar equipos que perjudiquen los seres vivos del área. Además, a fin de contribuir con el ACR Sistema de Lomas de Lima, se le solicita tenga a bien enviar informe detallado del estudio y resultados obtenidos en el trabajo de investigación que se pretende realizar una vez culminado. La presente autorización tiene una duración desde su emisión hasta el 01/10/2022, conforme a su carta de compromiso.

Para ingresar al área deberá comunicarse previamente con la Abog. María Victoria Montesinos Segura al correo mmontesinos@pgrlm.gob.pe o al celular 983381829 dentro del horario de 8 am a 5pm de lunes a viernes para autorizar al personal de seguridad su entrada.

Sin otro particular me despido reiterando las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA
PROGRAMA DE GOBIERNO REGIONAL DE LIMA METROPOLITANA
SUBGERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

[Firma]
Econ. JOSÉ ANTONIO PAZ RISCO
Subgerente (e)

JAPR/mvms



BICENTENARIO
PERÚ 2021

PROGRAMA DE GOBIERNO REGIONAL DE LIMA METROPOLITANA
Av. Bolivia N°320 (Ref. Cruce Jr. Washington con Av. Bolivia) - Cercado de Lima
Teléfono: (01) 743 2424
mesavirtual@pgrlm.gob.pe
www.pgrlm.gob.pe

Anexo 2.- Comunicación con el Programa de Gobierno Regional de Lima Metropolitana

Autorización de entrada a Sistema de Lomas de Lima "Villa María del Triunfo"

Sebastian Poblete Rosas
 Para: mmontesinos@pgrlm.gob.pe
 Lun 18/07/2022 15:33

Estimada Doctora Montesinos,

Por medio del presente es grato saludarle cordialmente y a su vez solicitarle el permiso de entrada al ACR Sistema Lomas de Lima de Villa María del Triunfo, con el propósito de ejecutar mi proyecto de tesis titulado **"Determinación de la contaminación del aire en el ecosistema de lomas costeras del distrito de Villa María del Triunfo durante la estación de invierno (2022)"**; para que se haga presente la autorización al personal de seguridad mi ingreso durante los días comprendidos entre el 27 de julio hasta el 5 de agosto, periodo en el cual realizaré la construcción de los atrapanieblas y la toma de muestras. Deseo que sea de su conocimiento que la "Asociación Circuito Ecoturístico Lomas de Paraiso" ya se encuentra informada de las actividades de mi proyecto.

Sin ningún otro asunto que comunicarle, quedo atento a su respuesta.

Muchas gracias de antemano,

Sebastian Poblete Rosas

Maria Victoria Montesinos Segura <mmontesinos@pgrlm.gob.pe>
 Para: Sebastian Poblete Rosas
 Lun 18/07/2022 15:48

Buenas tardes,

Previo un cordial saludo, para efectos de coordinar con los vigilantes en su oportunidad, sírvase reenviar el presente en fecha 26 de julio. Asimismo, aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento que debe contar con su DNI para ser identificado por nuestro personal. Además, se le solicita tenga a bien de respetar el área bajo nuestra administración en el sentido de no dejar desechos de ningún tipo y procurar no perjudicar la flora creciente y fauna. Se le recuerda enviar a través de mesa de partes los resultados que obtenga de su trabajo de investigación.

Sin otro particular, me despido.

Abog. I. Maria Victoria Montesinos Segura
 SRRNMA, PGRUM

Sebastian Poblete Rosas
 Para: Maria Victoria Montesinos Segura <mmontesinos@pgrlm.gob.pe>
 Mar 26/07/2022 0:21

Estimada Doctora Montesinos,

Por medio del presente es grato saludarle cordialmente y a su vez solicitarle el permiso de entrada al ACR Sistema Lomas de Lima de Villa María del Triunfo, con el propósito de ejecutar mi proyecto de tesis titulado **"Determinación de la contaminación del aire en el ecosistema de lomas costeras del distrito de Villa María del Triunfo durante la estación de invierno (2022)"**; para que se haga presente la autorización al personal de seguridad mi ingreso durante los días comprendidos entre el 27 de julio hasta el 5 de agosto, periodo en el cual realizaré la construcción de los atrapanieblas y la toma de muestras. Deseo que sea de su conocimiento que la "Asociación Circuito Ecoturístico Lomas de Paraiso" ya se encuentra informada de las actividades de mi proyecto.

Sin ningún otro asunto que comunicarle, quedo atento a su respuesta.

Muchas gracias de antemano,

Sebastian Poblete Rosas

Maria Victoria Montesinos Segura <mmontesinos@pgrlm.gob.pe>
 Para: Sebastian Poblete Rosas
 Mar 26/07/2022 11:23

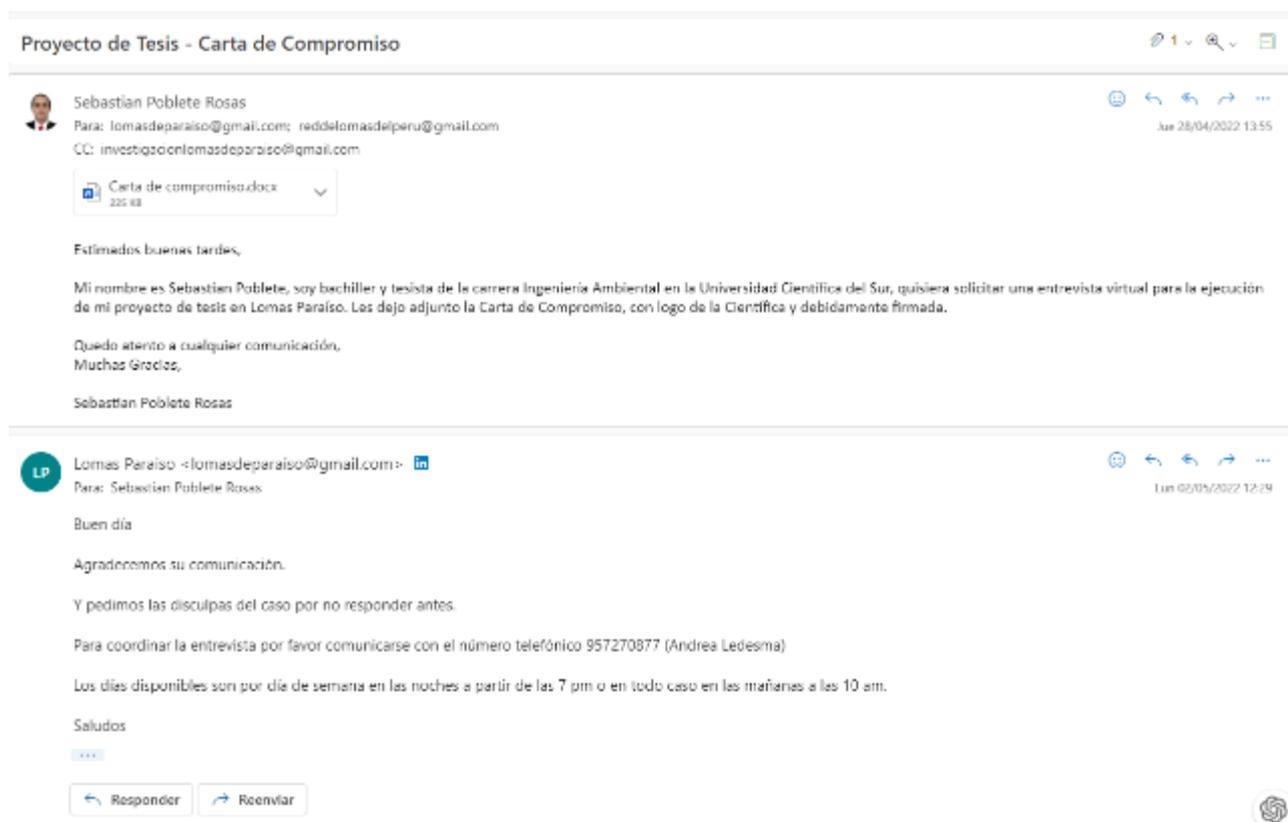
Buenos días,

Ya se ha hecho de conocimiento del personal de vigilancia para su acceso. Sin embargo, recuerde tener a la mano su DNI para poder ser identificado. Tenga presente que toda actividad que vaya a realizar dentro de la loma debe ser en respeto a la flora y fauna.

Atentamente,

Abog. I Maria Montesinos.

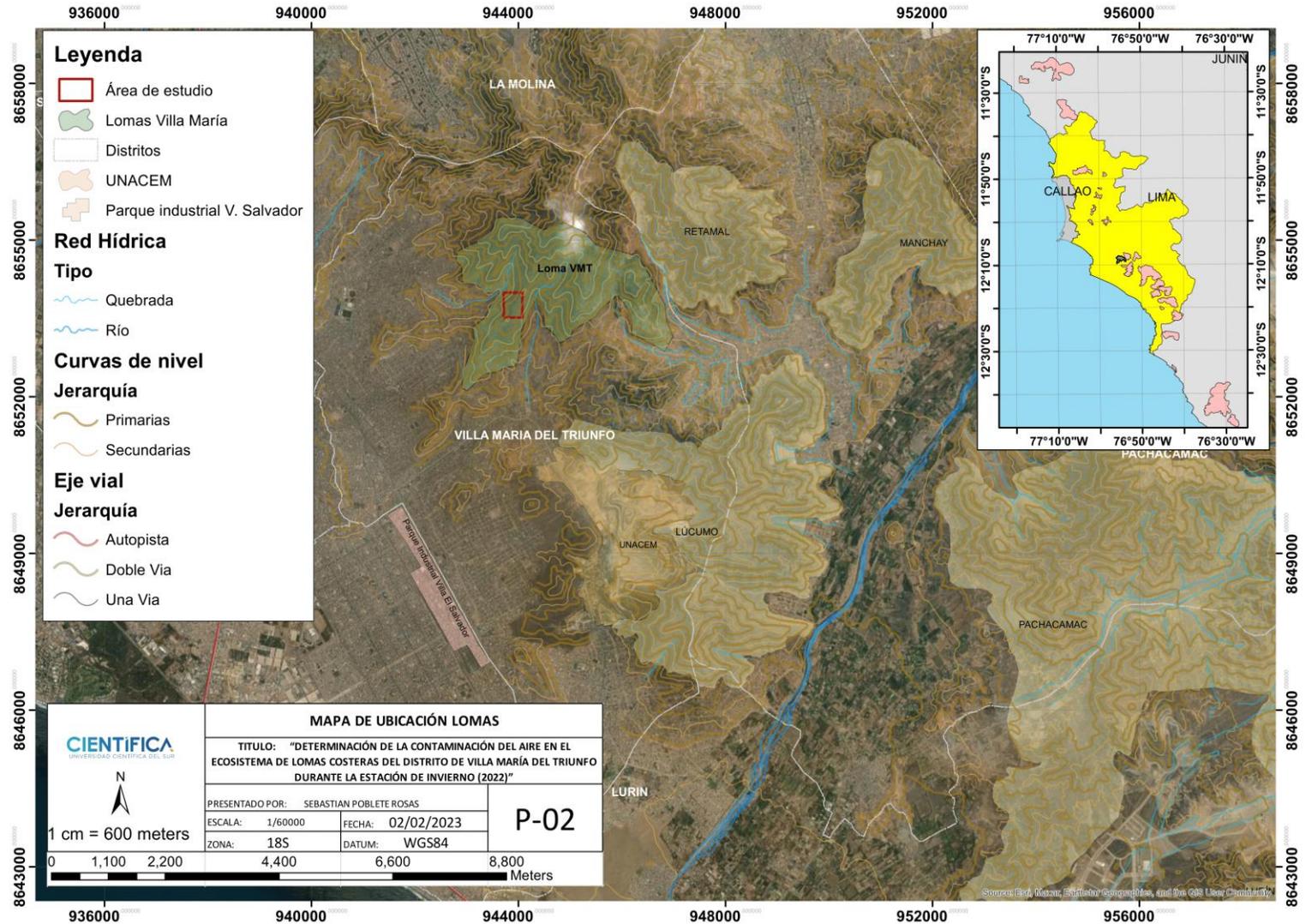
Anexo 3.- Comunicación con la Asociación Circuito Lomas de Paraíso



Anexo 4.- Ubicación de la Estación Meteorológica de Villa María del Triunfo



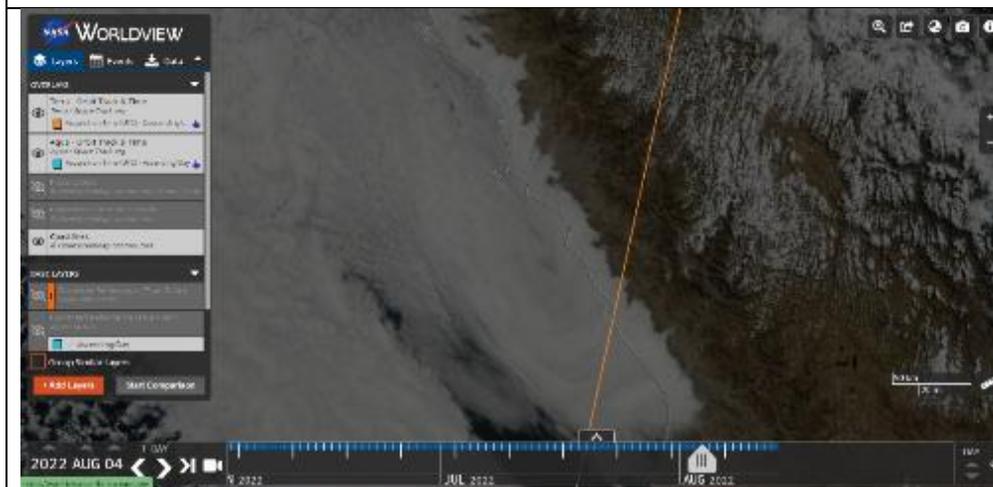
Anexo 5.- Mapa de Ubicación de Lomas de Lima Sur



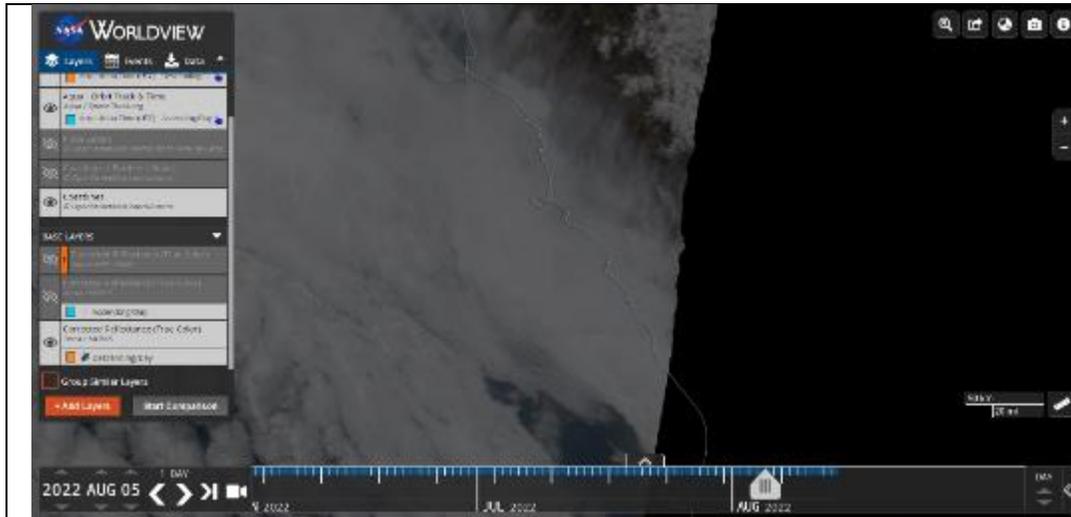
Anexo 6.- Condiciones de Nubosidad en el primer periodo de muestra

3 AGOSTO 1:51 PM AQUA

La imagen fue capturada el 3 de agosto por el Satélite AQUA de la NASA, muestra que las características de los vientos ese día, propiciaron condiciones sin nubosidad conforme el día fue avanzando.

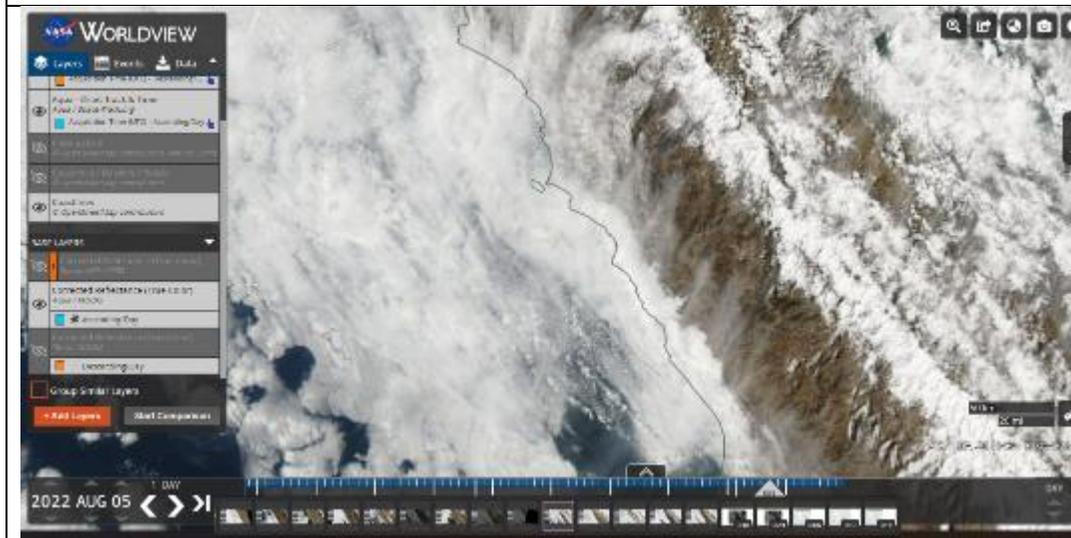

4 AGOSTO 10:16 AM TERRA

La imagen fue capturada el 4 de agosto por el Satélite TERRA de la NASA, muestra que las características de los vientos ese día propiciaron condiciones de nubosidad durante horas de la mañana



5 AGOSTO 10:59 AM TERRA

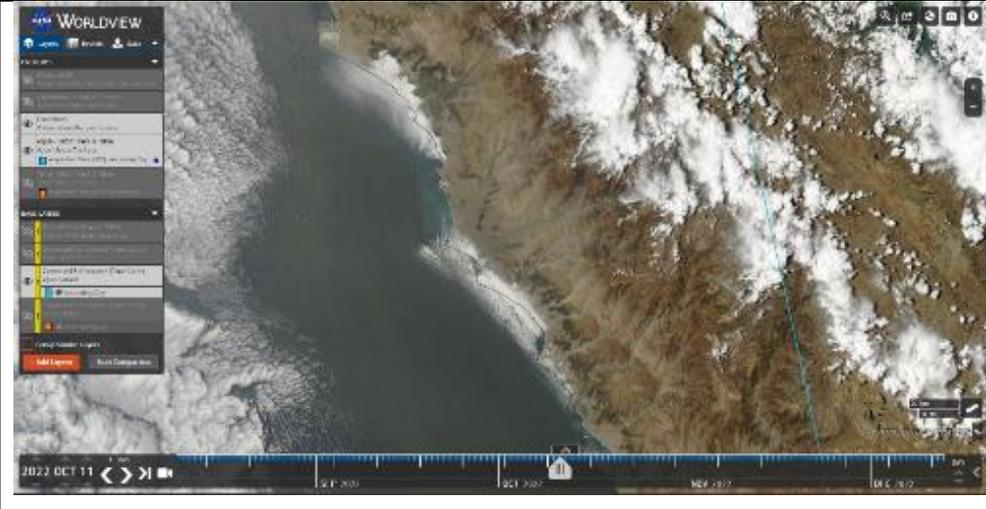
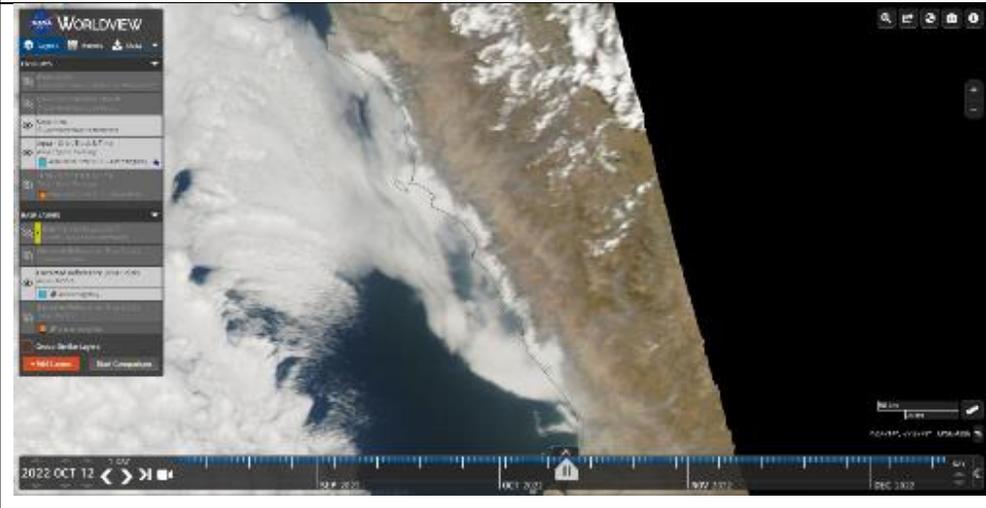
La imagen fue capturada el 5 de agosto por el Satélite TERRA de la NASA, aproximadamente a la hora de la toma de muestra, se observan que las características de los vientos ese día propiciaron condiciones de densa nubosidad durante horas de la mañana en la zona de estudio. También se observa nubosidad a mayor altitud.

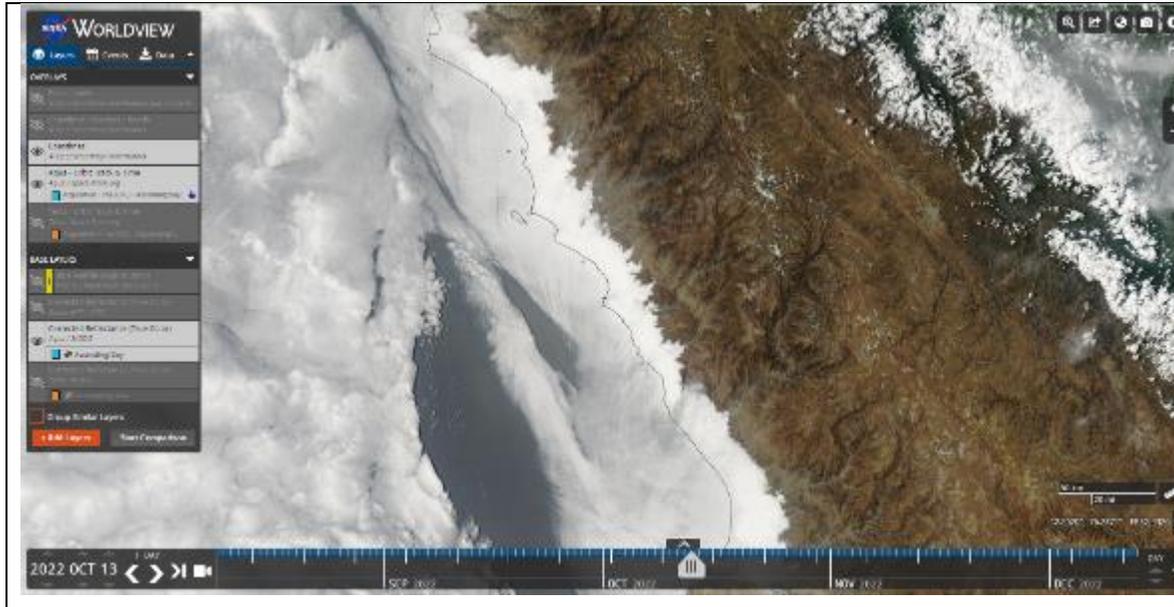


5 AGOSTO 1:39 PM AQUA

La imagen fue capturada el 5 de agosto por el Satélite TERRA de la NASA, se puede observar que las condiciones de nubosidad persistieron durante la totalidad del día, las condiciones de los vientos propiciaron condiciones de nubosidad densa en la zona de estudio.

Anexo 7.- Condiciones de Nubosidad durante el segundo periodo de muestreo

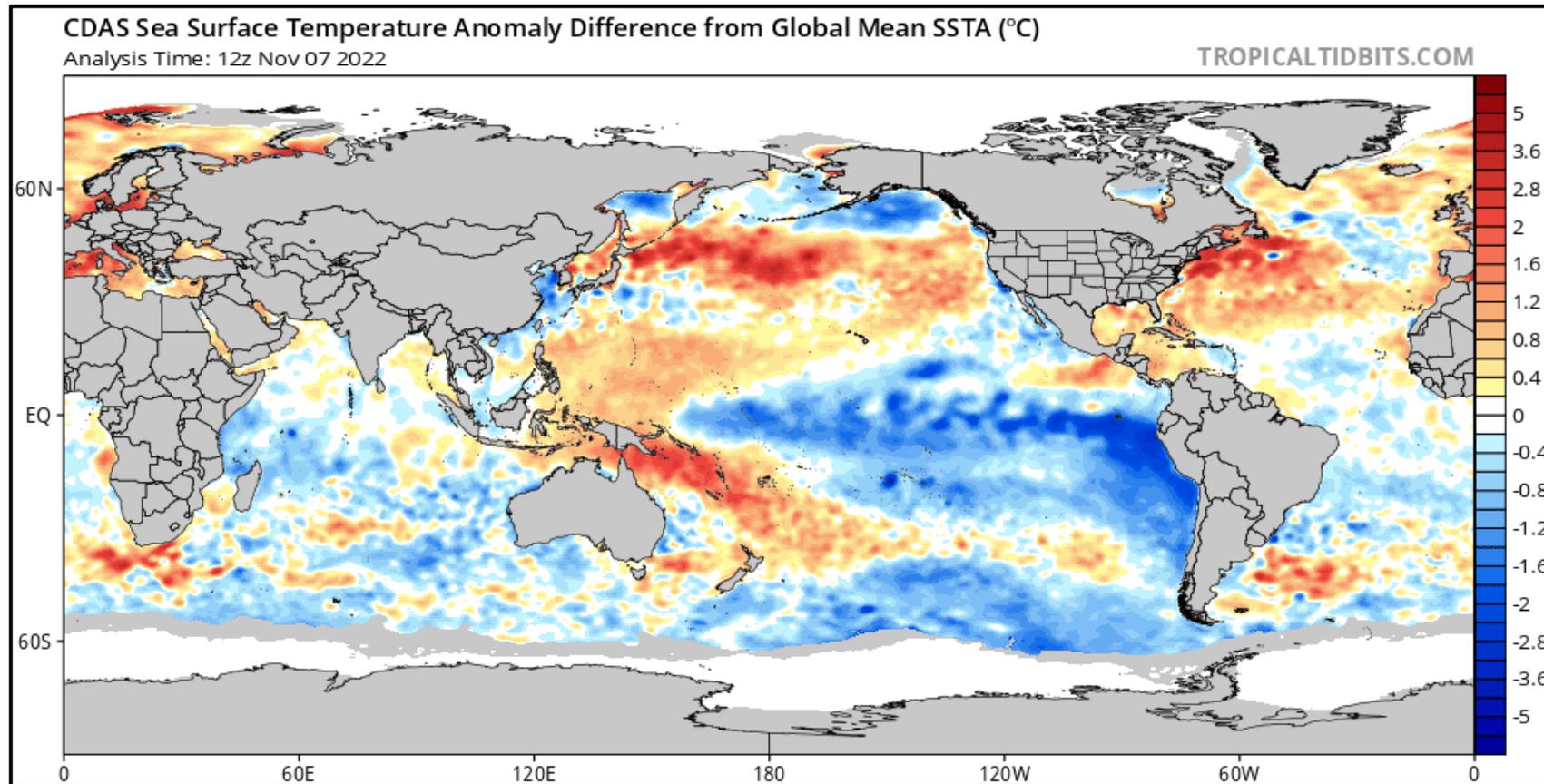
	<p>11 OCTUBRE 1:52 PM AQUA</p> <p>La imagen fue capturada el 11 de octubre por el Satélite AQUA de la NASA, se puede observar que persiste una ligera nubosidad que abarca escasos kilómetros costa adentro. La niebla se disipó durante el transcurso del día en la zona de estudio, en horas de la tarde esta vuelve a ingresar.</p>
	<p>12 OCTUBRE 2:34 PM AQUA</p> <p>La imagen fue capturada el 12 de octubre por el Satélite AQUA de la NASA, se puede observar que las condiciones de nubosidad aumentaron con respecto al día anterior. La niebla se encuentra presente durante todo el día en la zona de estudio.</p>



13 OCTUBRE 1:39 PM AQUA

La imagen fue capturada el 12 de octubre por el Satélite AQUA de la NASA, el día en el que se realizó el muestreo, se puede observar que las condiciones de nubosidad aumentaron con respecto al día anterior. Las condiciones de vientos y de humedad ese día propiciaron que se diera un día frío, por la persistencia de la densa cobertura nubosa durante la totalidad del día.

Anexo 8.- Condiciones de la Temperatura Superficial del Mar (TSM)



Nota: se observan condiciones de la Niña, cuyas condiciones se mantuvieron a lo largo de todo el estudio, inclusive hasta el mes de noviembre, como se puede observar en la imagen.

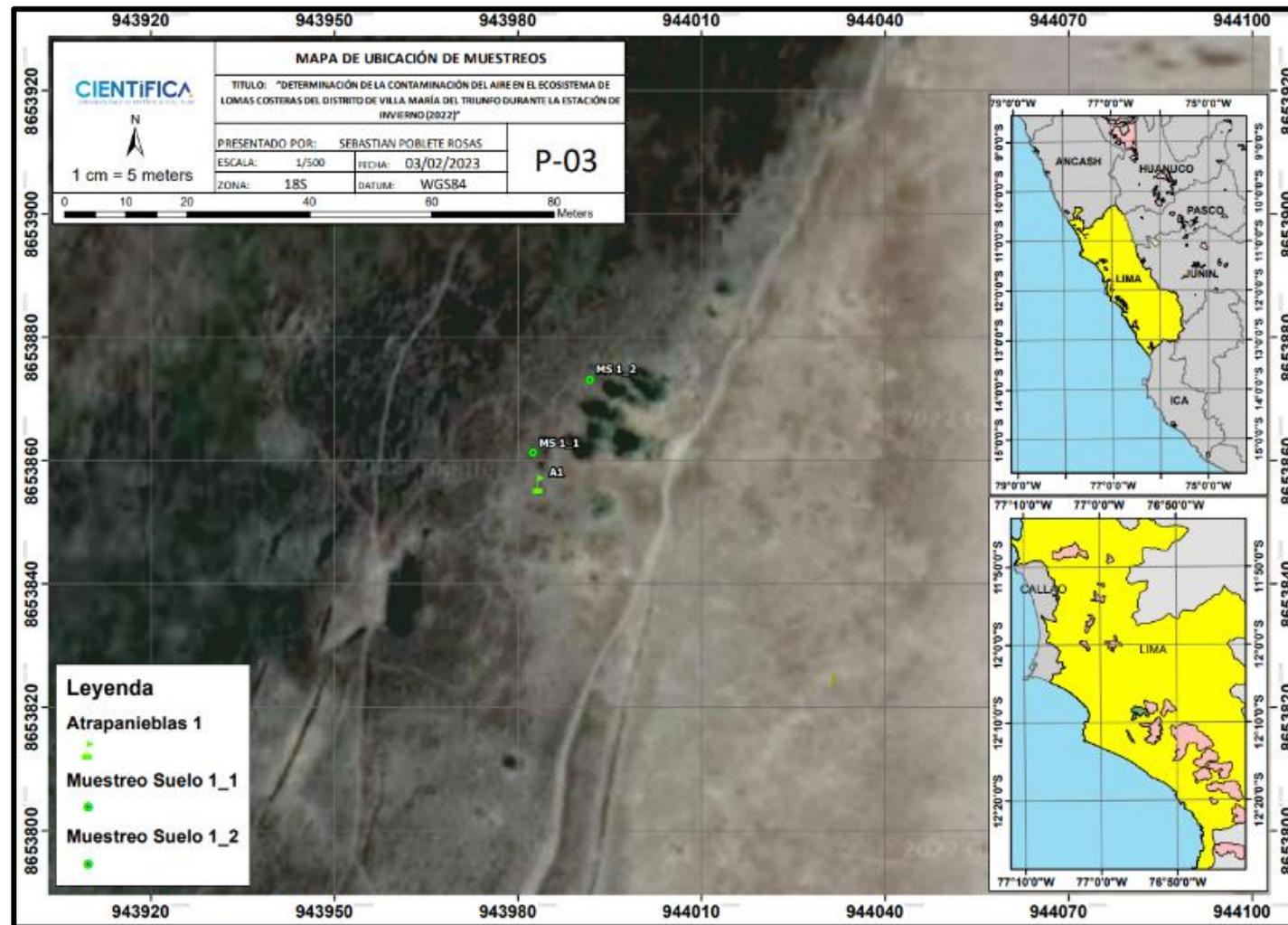
Anexo 9.- Flujo de los vientos predominantes y su interacción con las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos con la zona de estudio



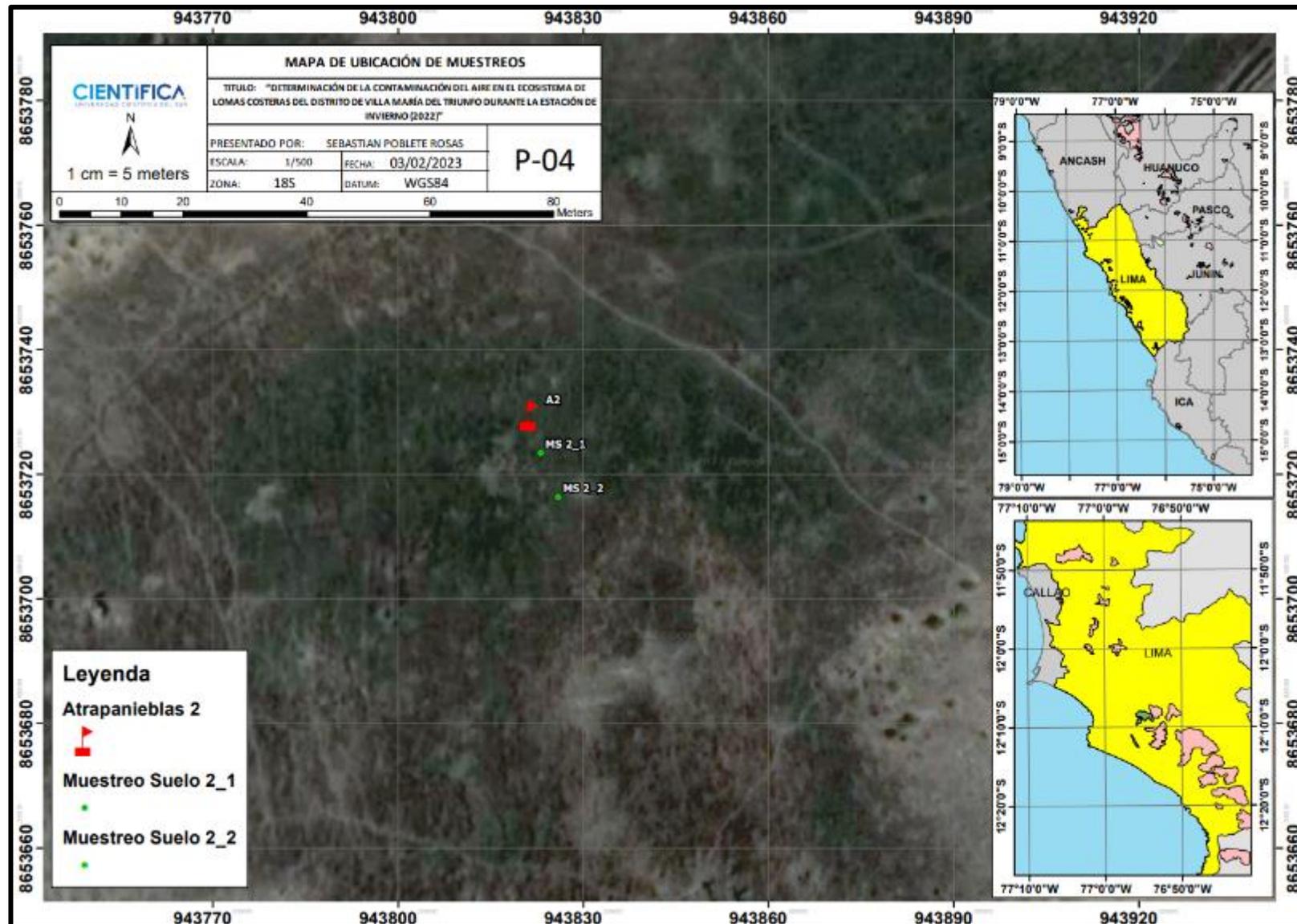
Anexo 10.- Diferencia del casco urbano de la zona de estudio entre junio del 2002 y mayo del 2023



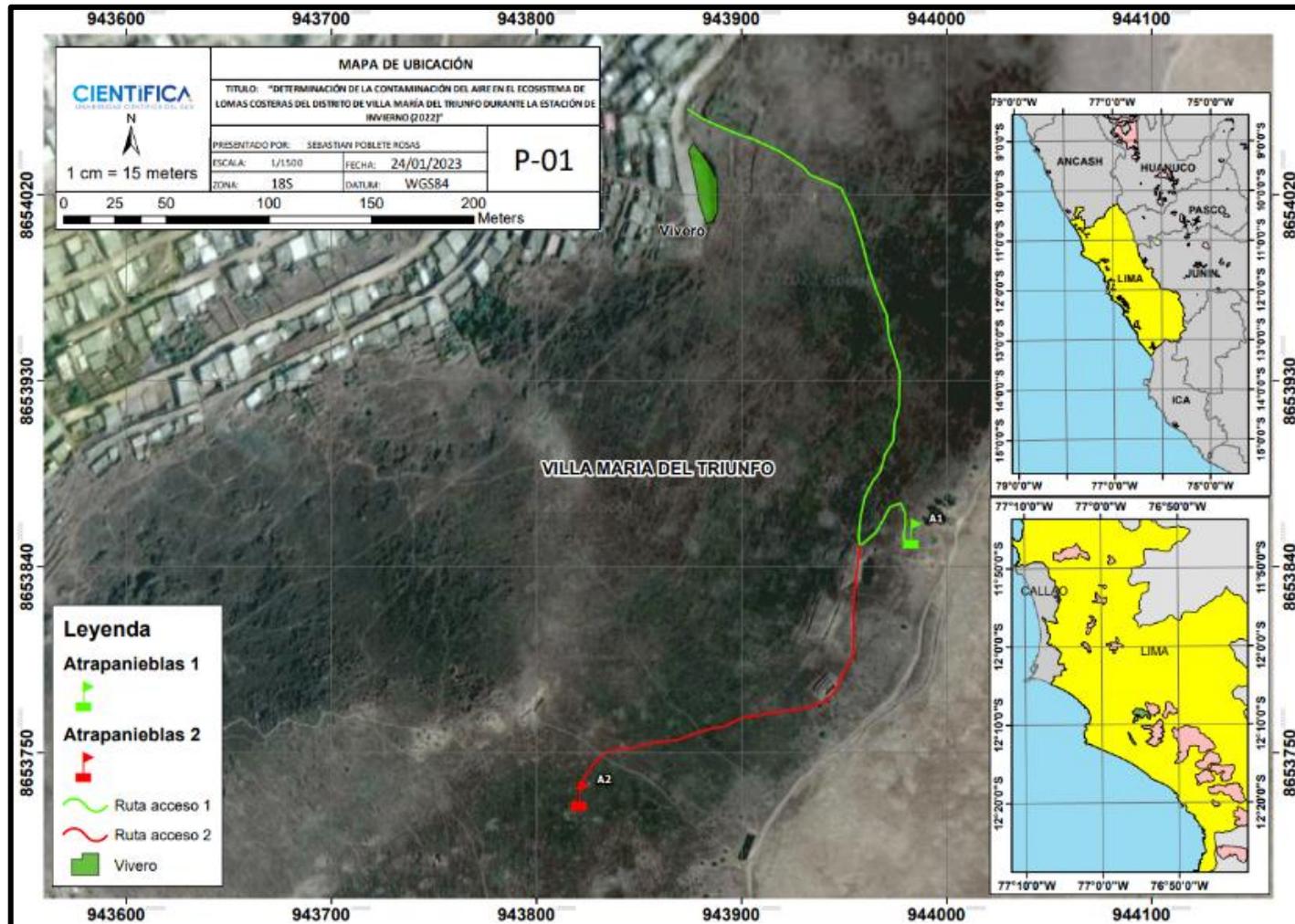
Anexo 11.- Mapa de ubicación de muestreo del SCAN 1



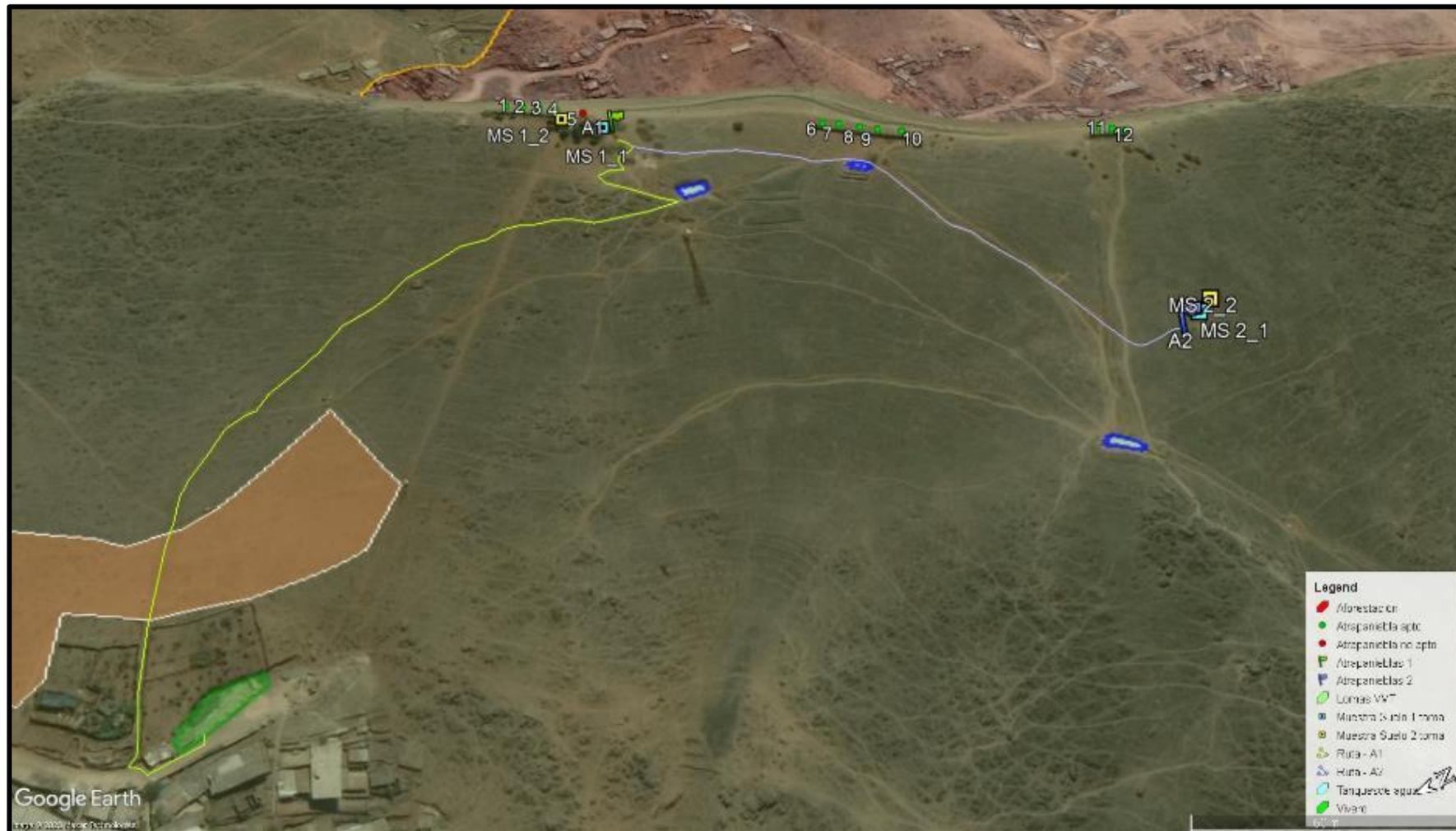
Anexo 12.- Mapa de ubicación del muestreo de SCAN 2



Anexo 13.- Ruta de acceso hacia la zona de estudio



Anexo 13.- Elementos de la Zona de Estudio



Anexo 14.- Informe de análisis de Laboratorio del primer periodo de muestreo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE, FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n teléf.: 614 7800 Anexo 226 / 349 3969 E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 018384

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : SEBASTIAN POBLETE ROSAS
PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ECOSISTEMA DE LOMAS COSTERAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO (2022)
UBICACIÓN : 12°08'56.6"S 76°55'26.0"W Lomas de Paraiso, Villa María del Triunfo
RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 05 de agosto de 2022

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables					Elementos pesados totales			
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺ +H ⁺⁺	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
												Cmol (+) / Kg								
18384	A2 5080402	1.70	64.72	26.56	8.72	Franco arenoso	7.80	6.40	53.70	632.00	8.96	12.35	8.21	2.75	0.16	1.23	-	11.17	<0,012	1.02



Eusebio Ingol Blanco, PhD.
JEFE DE LABORATORIO



METODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS

1. Análisis Mecánico: Textura por el Método Hidrómetro.
2. Conductividad eléctrica: C.E. Lectura de extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada.
3. pH. Método de potenciómetro, relación suelo-agua 1:1 y en la pasta saturada.
4. Calcáreo total: Método gaso-volumétrico.
5. Materia orgánica: Metodo de Walkley y Black % M.O.=% C x 1,724
6. Nitrogeno total: Método Micro Kjeldah1.
7. Fósforo: Método de Olsen Modificado, Extracto, NaHCO₃ 0.5M, pH = 8.5
8. Potasio Disponible: Extracto Acetato de Amonio 1N, pH 7,0
9. Capacidad de Intercambio Catónico: Acetato de Amonio 1N pH 7,0
10. Cambiables: Determinaciones en extracto Amónico.
 Ca²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Mg.²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 K⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Na⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
11. Iones Solubles:
 - a. Cationes Solubles:
 Ca⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Mg.²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 K⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Na⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - b. Aniones Solubles:
 Cl⁻ : Volumétrico: Nitrato de Plata.
 CO₃⁼ : Volumétrico Acido Clorhidrico
 HCO₃ : Volumétrico Acido Clorhidrico
 SO₄⁼ : Tubidimétrico: Sulfato de Bario
 NO₃⁼ : Colorimétrico
12. Yeso Soluble: Solubilización con agua y precipitación con acetona.
13. Boro Soluble: Colorimétrico, Método de la Curcumina.

INTERPRETACION

C.E. (Sales)
Según respuesta de los cultivos
(dS/m)

Muy ligeramente Salino : < 2
 Ligeramente Salino : 2 - 4
 Moderadamente Salino : 4 - 8
 Fuertemente Salino : 8 - 16
 Extremadamente Salino : > 16

DISPONIBLES

Clase	Materia Orgánica	Calcáreo Total CaCO _{3 1/4}	Fósforo P (ppm)	Potasío k (ppm)
Bajo	< 2%	> 1%	< 7	< 100
Medio	2 - 4%	1 - 5%	7 - 14	100 - 240
Alto	> 4%	> 5%	> 14	> 240

EQUIVALENCIAS

1 mmhos/cm = 1 ds/m
 1 cmol(+)/kg = 1 meq/100gr

CIC Efectiva

< 5 meq/100 gr	M ₁ y Baja
5 - 10	Baja
10 - 15	Medio
15 - 20	Alto
> 20	Muy Alto

Reacción del Suelo (pH)

5.1.- 5.5. Fuertemente ácido
 5,6 - 6.0. Moderadamente áci.
 6.1.- 6.5. Ligeramente ácido.
 6.6.- 7.3 Neutro.
 7.4.- 7.8 Ligermente alcalino
 7.9 - 8.4 Moderam,nte alcalino

* CIC: Capacidad Intercambiable de Cationes.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE, FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n teléf.: 614 7800 Anexo 226 / 349 3969 E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 018383

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : SEBASTIAN POBLETE ROSAS
PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ECOSISTEMA DE LOMAS COSTERAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO (2022)
UBICACIÓN : 12°08'49.4"S 76°55'20.7"W Lomas de Paraiso, Villa María del Triunfo
RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 05 de agosto de 2022

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables						Elementos pesados totales		
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺ +H ⁺	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
18383	A1 5080401	2.75	60.72	30.56	8.72	Franco arenoso	7.96	3.30	31.53	708.00	6.28	11.09	7.34	2.18	0.15	1.42	-	12.01	<0,012	<0,05

Eusebio Ingol Blanco, PhD.
JEFE DE LABORATORIO



MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS

1. Análisis Mecánico: Textura por el Método Hidrómetro.
2. Conductividad eléctrica: C.E. Lectura de extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada.
3. pH. Método de potenciómetro, relación suelo-agua 1:1 y en la pasta saturada.
4. Calcáreo total: Método gaso-volumétrico.
5. Materia orgánica: Método de Walkley y Black % M.O.=% C x 1,724
6. Nitrogeno total: Método Micro Kjeldahl.
7. Fósforo: Método de Olsen Modificado, Extracto, NaHCO_3 0.5M, pH = 8.5
8. Potasio Disponible: Extracto Acetato de Amonio 1N, pH 7,0
9. Capacidad de Intercambio Catónico: Acetato de Amonio 1N pH 7,0
10. Cambiables: Determinaciones en extracto Amónico.
 Ca^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Mg^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 K^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Na^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
11. Iones Solubles:
 - a. Cationes Solubles:
 Ca^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Mg^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 K^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 Na^+ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - b. Aniones Solubles:
 Cl^- : Volumétrico: Nitrato de Plata.
 CO_3^{2-} : Volumétrico Acido Clorhídrico
 HCO_3^- : Volumétrico Acido Clorhídrico
 SO_4^{2-} : Tubidimétrico: Sulfato de Bario
 NO_3^- : Colorimétrico
12. Yeso Soluble: Solubilización con agua y precipitación con acetona.
13. Boro Soluble: Colorimétrico, Método de la Curcumina.

INTERPRETACION

C.E. (Sales)
Según respuesta de los cultivos
(dS/m)

Muy ligeramente Salino : < 2
Ligeramente Salino : 2 - 4
Moderadamente Salino : 4 - 8
Fuertemente Salino : 8 - 16
Extremadamente Salino : > 16

DISPONIBLES

Clase	Materia Orgánica	Calcáreo Total $\text{CaCO}_{3/4}$	Fósforo P (ppm)	Potasio k (ppm)
Bajo	< 2%	> 1%	< 7	< 100
Medio	2 - 4%	1 - 5%	7 - 14	100 - 240
Alto	> 4%	> 5%	> 14	> 240

EQUIVALENCIAS

1 mmhos/cm = 1 ds/m
1 cmol(+)kg = 1 meq/100gr

CIC Efectiva

< 5 meq/100 gr	M ₁ y Baja
5 - 10	Baja
10 - 15	Medio
15 - 20	Alto
> 20	Muy Alto

Reacción del Suelo (pH)

5.1.- 5.5. Fuertemente ácido
5,6 - 6.0. Moderadamente áci.
6.1.- 6.5. Ligeramente ácido.
6.6.- 7.3 Neutro.
7.4.- 7.8 Ligermente alcalino
7.9 - 8.4 Moderam,nte alcalino

* CIC: Capacidad Intercambiable de Cationes.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 004942

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

SOLICITANTE : SEBASTIAN POBLETE ROSAS
PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ECOSISTEMA DE LOMAS COSTERAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO (2022)
UBICACIÓN : 12°08'56.6"S 76°55'26.0"W Lomas de Paraiso, Villa María del Triunfo
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 05 de Agosto de 2022

Nº LABORATORIO		4942
Nº DE CAMPO		5080302
Turbiedad	NTU	37.60
Solidos totales	mg/L	448.00
Plomo	mg/L	<0.001
Cadmio	mg/L	<0.005
pH		6.58
Solidos suspendidos	mg/L	49.00
Cromo	mg/L	<0.04

Eusebio Ingol Blanco, PhD.
JEFE DE LABORATORIO



VALORES PAUTAS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA POTABLE

PARÁMETROS UNIDADES		R.D. 339 - 87 - ITINTEC - D6 87 - 06 - 22	
		Valor máximo recomendable	Valor máximo admisible
Turbiedad	NTU	3	5
Sólidos Totales	mg/L	500	1.000
Fierro	mg/L	--	0.3
Plomo	mg/L	--	0.05
Cobre	mg/L	--	1.0
Cadmio	mg/L	--	0.005
Manganeso	mg/L	--	0.1
Zinc	mg/L	--	5.0
Boro	mg/L	--	--
Magnesio	mg/L	30	--
Sulfatos	mg/L	250	400
Cloruros	mg/L	250	600
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	250	--
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	120	--
pH		6.5 - 8.5	--
Nitrato	mg/L	--	45
Sodio	mg/L	--	100

Elemento	Límite de Detección*
Hierro	0.08
Cobre	0.035
Zinc	0.012
Manganeso	0.03
Plomo*	0.3
Cadmio*	0.012
Cromo	0.05
Calcio	0.025
Magnesio	0.0035
Sodio	0.007
Potasio	0.02

* Equipo de Absorción atómica



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 004941

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

SOLICITANTE : SEBASTIAN POBLETE ROSAS
PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ECOSISTEMA DE LOMAS COSTERAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO (2022)
UBICACIÓN : 12°08'49.4"S 76°55'20.7"W Lomas de Paraiso, Villa María del Triunfo
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 05 de Agosto de 2022

Nº LABORATORIO		4941
Nº DE CAMPO		5080301
Turbiedad	NTU	15.60
Solidos totales	mg/L	370.00
Plomo	mg/L	<0.001
Cadmio	mg/L	<0.005
pH		6.47
Solidos suspendidos	mg/L	9.50
Cromo	mg/L	<0.03

Eusebio Ingol Blanco, PhD.
JEFE DE LABORATORIO



VALORES PAUTAS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA POTABLE

PARÁMETROS UNIDADES	R.D. 339 - 87 - ITINTEC - D6 87 - 06 - 22	
	Valor máximo recomendable	Valor máximo admisible
Turbiedad NTU	3	5
Sólidos Totales mg/L	500	1.000
Hierro mg/L	--	0.3
Plomo mg/L	--	0.05
Cobre mg/L	--	1.0
Cadmio mg/L	--	0.005
Manganeso mg/L	--	0.1
Zinc mg/L	--	5.0
Boro mg/L	--	--
Magnesio mg/L	30	--
Sulfatos mg/L	250	400
Cloruros mg/L	250	600
Dureza Total mg CaCO ₃ /L	250	--
Alcalinidad Total mg CaCO ₃ /L	120	--
pH	6.5 - 8.5	--
Nitrato mg/L	--	45
Sodio mg/L	--	100

Elemento	Límite de Detección*
Hierro	0.08
Cobre	0.035
Zinc	0.012
Manganeso	0.03
Plomo*	0.3
Cadmio*	0.012
Cromo	0.05
Calcio	0.025
Magnesio	0.0035
Sodio	0.007
Potasio	0.02

* Equipo de Absorción atómica

Anexo 15.- Informe de análisis de Laboratorio del segundo periodo de muestreo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE, FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n teléf.: 614 7800 Anexo 226 / 349 3969 E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 018667

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : SEBASTIAN POBLETE ROSAS
PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ECOSISTEMA DE LOMAS COSTERAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO (2022)
UBICACIÓN : 12°08'53.6"S 76°55'26.0"W Lomas de Paraiso, Villa María del Triunfo
RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 14 de Octubre del 2022

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables						Elementos pesados totales		
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺ +H ⁺	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
												Cmol (+) / Kg								
18667	12100402	4.42	52.00	43.12	4.88	Franco arenoso	7.71	5.31	59.61	518.00	7.87	16.80	13.67	1.67	0.35	1.11	-	33.76	0.18	<0,05

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Dra. Rocio Pastor Jauregui
 JEFA DE LABORATORIO



METODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS

1. Análisis Mecánico: Textura por el Método Hidrómetro.
2. Conductividad eléctrica: C.E. Lectura de extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada.
3. pH. Método de potenciómetro, relación suelo-agua 1:1 y en la pasta saturada.
4. Calcáreo total: Método gaso-volumétrico.
5. Materia orgánica: Método de Walkley y Black % M.O.= % C x 1,724
6. Nitrogeno total: Método Micro Kjeldahl.
7. Fósforo: Método de Olsen Modificado, Extracto, NaHCO₃ 0.5M, pH = 8.5
8. Potasio Disponible: Extracto Acetato de Amonio 1N, pH 7,0
9. Capacidad de Intercambio Catónico: Acetato de Amonio 1N pH 7,0
10. Cambiables: Determinaciones en extracto Amónico.
 - Ca²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Mg.²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - K⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Na⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
11. Iones Solubles:
 - a. Cationes Solubles:
 - Ca⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Mg.²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - K⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Na⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - b. Aniones Solubles:
 - Ci : Volumétrico: Nitrato de Plata.
 - CO₃⁼ : Volumétrico Acido Clorhidrico
 - HCO₃⁼ : Volumétrico Acido Clorhidrico
 - SO₄⁼ : Tubidimétrico: Sulfato de Bario
 - NO₃⁼ : Colorimétrico
12. Yeso Soluble: Solubilización con agua y precipitación con acetona.
13. Boro Soluble: Colorimétrico, Método de la Curcumina.

INTERPRETACION

C.E. (Sales)
Según respuesta de los cultivos
(dS/m)

Muy ligeramente Salino : < 2
Ligeramente Salino : 2 - 4
Moderadamente Salino : 4 - 8
Fuertemente Salino : 8 - 16
Extremadamente Salino : > 16

DISPONIBLES

Clase	Materia Orgánica	Calcáreo Total CaCO ₃ ^{1/4}	Fósforo P (ppm)	Potasio k (ppm)
Bajo	< 2%	> 1%	< 7	< 100
Medio	2 - 4%	1 - 5%	7 - 14	100 - 240
Alto	> 4%	> 5%	> 14	> 240

EQUIVALENCIAS

1 mmhos/cm = 1 ds/m
1 cmol(+)kg = 1 meq/100gr

CIC Efectiva

< 5 meq/100 gr	M ₁ y Baja
5 - 10	Baja
10 - 15	Medio
15 - 20	Alto
> 20	Muy Alto

Reacción del Suelo (pH)

5.1.- 5.5. Fuertemente ácido
5,6 - 6.0. Moderadamente áci.
6.1.- 6.5. Ligeramente ácido.
6.6.- 7.3 Neutro.
7.4.- 7.8 Ligermente alcalino
7.9 - 8.4 Moderam,nte alcalino

* CIC: Capacidad Intercambiable de Cationes.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA RÍ

CENTRO DE GEAGRICOLA

LABORATORIO DE RECURSOS HÍDRICOS

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE, FERTILIZACION

Av. La Molina s/n teléf.: 614 7800 Anexo 226 / 349 3969 E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 018666

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : SEBASTIAN POBLETE ROSAS

PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ECOSISTEMA DE LOMAS COSTERAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO (2022)

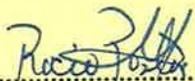
UBICACIÓN : 12°08'49.4"S 76°55'20.7"W Lomas de Paraiso, Villa María del Triunfo

RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras

FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 14 de Octubre del 2022

Número de muestra		CE dS / m Relación 1:1	Análisis Mecánico				pH Relación 1:1	M.O. %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes Cambiables						Elementos pesados totales		
Lab.	Campo		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura						CIC total	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺ +H ⁺	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
												Cmol (+) / Kg								
18666	12100401	3.21	62.00	33.12	4.88	Franco arenoso	7.86	3.06	36.15	1482.00	4.52	18.56	15.00	1.62	0.38	1.56	-	17.66	<0,012	<0,05

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


 Dra. Rocio Pastor Jauregui
 JEFA DE LABORATORIO



MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS

1. Análisis Mecánico: Textura por el Método Hidrómetro.
2. Conductividad eléctrica: C.E. Lectura de extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada.
3. pH. Método de potenciómetro, relación suelo-agua 1:1 y en la pasta saturada.
4. Calcáreo total: Método gaso-volumétrico.
5. Materia orgánica: Metodo de Walkley y Black % M.O.= % C x 1,724
6. Nitrogeno total: Método Micro Kjeldahl.
7. Fósforo: Método de Olsen Modificado, Extracto, NaHCO₃ 0.5M, pH = 8.5
8. Potasio Disponible: Extracto Acetato de Amonio 1N, pH 7,0
9. Capacidad de Intercambio Catónico: Acetato de Amonio 1N pH 7,0
10. Cambiables: Determinaciones en extracto Amónico.
 - Ca²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Mg.²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - K⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Na⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
11. Iones Solubles:
 - a. Cationes Solubles:
 - Ca⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Mg.²⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - K⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - Na⁺ : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
 - b. Aniones Solubles:
 - Cl⁻ : Volumétrico: Nitrato de Plata.
 - CO₃⁼ : Volumétrico Acido Clorhídrico
 - HCO₃⁼ : Volumétrico Acido Clorhídrico
 - SO₄⁼ : Tubidimétrico: Sulfato de Bario
 - NO₃⁼ : Colorimétrico
12. Yeso Soluble: Solubilización con agua y precipitación con acetona.
13. Boro Soluble: Colorimétrico, Método de la Curcumina.

INTERPRETACION

C.E. (Sales)
Según respuesta de los cultivos
(dS/m)

Muy ligeramente Salino : < 2
Ligeramente Salino : 2 - 4
Moderadamente Salino : 4 - 8
Fuertemente Salino : 8 - 16
Extremadamente Salino : > 16

DISPONIBLES

Clase	Materia Orgánica	Calcáreo Total CaCO ₃ /4	Fósforo P (ppm)	Potasio k (ppm)
Bajo	< 2%	> 1%	< 7	< 100
Medio	2 - 4%	1 - 5%	7 - 14	100 - 240
Alto	> 4%	> 5%	> 14	> 240

EQUIVALENCIAS

1 mmhos/cm = 1 ds/m
1 cmol(+)/kg = 1 meq/100gr

CIC Efectiva

< 5 meq/100 gr	M ₁ y Baja
5 - 10	Baja
10 - 15	Medio
15 - 20	Alto
> 20	Muy Alto

Reacción del Suelo (pH)

5.1.- 5.5. Fuertemente ácido
5,6 - 6.0. Moderadamente áci.
6.1.- 6.5. Ligeramente ácido.
6.6.- 7.3 Neutro.
7.4.- 7.8 Ligermente alcalino
7.9 - 8.4 Moderam,nte alcalino

* CIC: Capacidad Intercambiable de Cationes.



V S C
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FAACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fla@lamolina.edu.pe



N° 004033

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
DE AGUA

SOLICITANTE : SEBASTIAN POBLETE ROSAS
PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ECOSISTEMA DE LOMAS COSTERAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO (2022)
UBICACIÓN : 12°08'49.4"S 76°55'20.7"W Lomas de Paraiso, Villa María del Triunfo
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 14 de Octubre del 2022

N° LABORATORIO

4983

N° DE CAMPO		12100301
Turbiedad	NTU	26.90
Sólidos totales	mg L ⁻¹	367.00
Plomo	mg L ⁻¹	0.01
Cadmio	mg L ⁻¹	<0.005
pH		6.81
Sólidos suspendidos	mg L ⁻¹	28.00
Cromo	mg L ⁻¹	<0.05

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Dra

Rocio Pastor Jauregui
 Rocio Pastor Jauregui
 JEFA DE LABORATORIO



VALORES PAUTAS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA POTABLE

PARÁMETROS UNIDADES		R.D. 339 - 87 - ITINTEC - D6 87 - 06 - 22	
		Valor máximo recomendable	Valor máximo admisible
Turbiedad	NTU	3	5
Sólidos Totales	mg/L	500	1.000
Fierro	mg/L	--	0.3
Plomo	mg/L	--	0.05
Cobre	mg/L	--	1.0
Cadmio	mg/L	--	0.005
Manganeso	mg/L	--	0.1
Zinc	mg/L	--	5.0
Boro	mg/L	--	--
Magnesio	mg/L	30	--
Sulfatos	mg/L	250	400
Cloruros	mg/L	250	600
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	250	--
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	120	--
pH		6.5 - 8.5	--
Nitrato	mg/L	--	45
Sodio	mg/L	--	100

Elemento	Límite de Detección*
Hierro	0.08
Cobre	0.035
Zinc	0.012
Manganeso	0.03
Plomo*	0.3
Cadmio*	0.012
Cromo	0.05
Calcio	0.025
Magnesio	0.0035
Sodio	0.007
Potasio	0.02

* Equipo de Absorción atómica



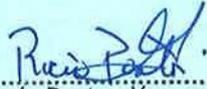
Nº 004984

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA

SOLICITANTE : **SEBASTIAN POBLETE ROSAS**
PROYECTO : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ECOSISTEMA DE LOMAS COSTERAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO DURANTE LA ESTACIÓN DE INVIERNO (2022)
UBICACIÓN : 12°08'53.6"S 76°55'26.0"W Lomas de Paraiso, Villa María del Triunfo
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 14 de Octubre del 2022

Nº LABORATORIO		4984
Nº DE CAMPO		12100302
Turbiedad	NTU	46.70
Sólidos totales	mg L⁻¹	1578.50
Plomo	mg L⁻¹	0.04
Cadmio	mg L⁻¹	<0.005
pH		6.93
Sólidos suspendidos	mg L⁻¹	47.00
Cromo	mg L⁻¹	<0.05

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO


Dra. Rocio Pastor Jáuregui
JEFA DE LABORATORIO



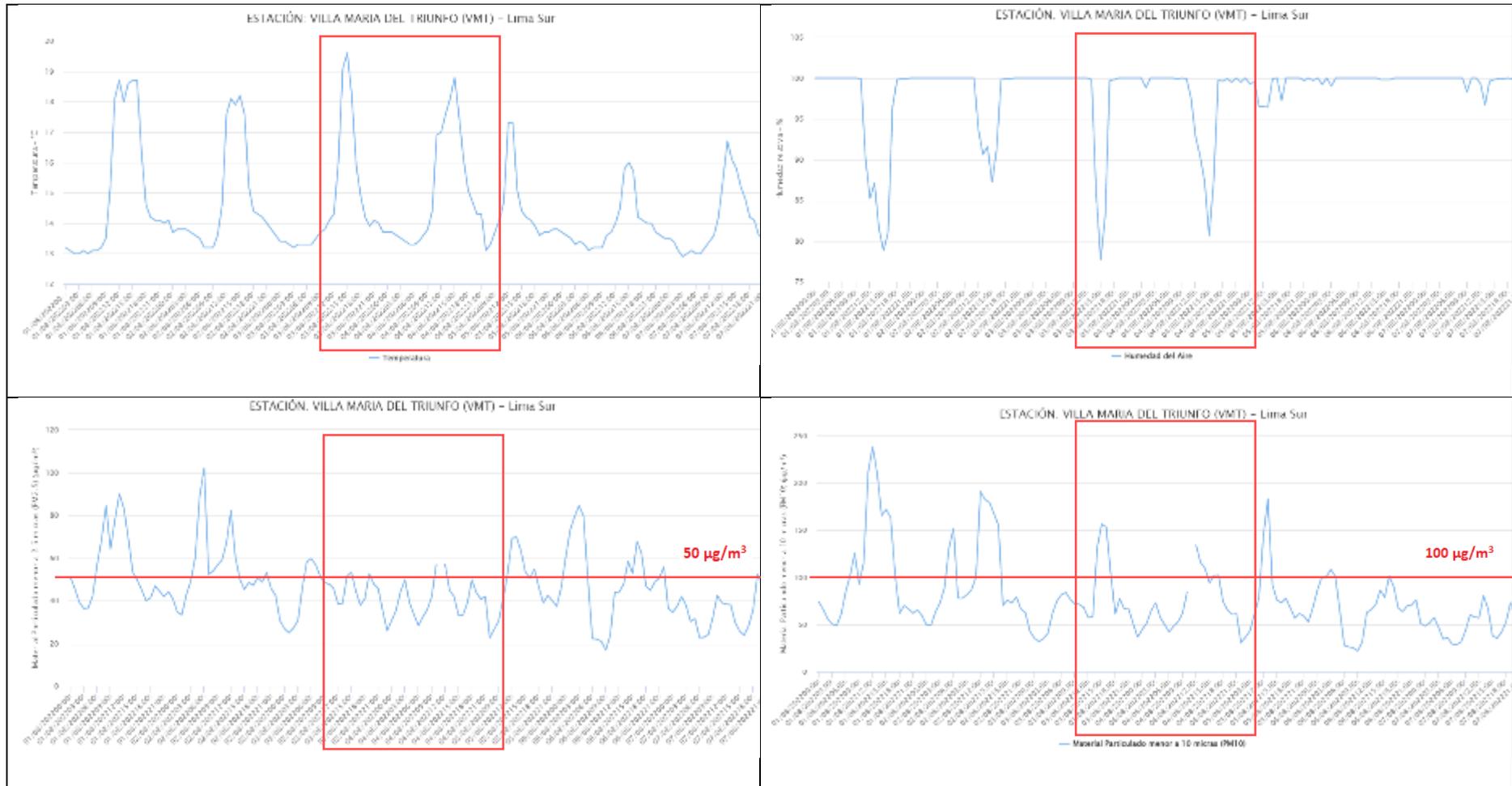
VALORES PAUTAS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA POTABLE

PARÁMETROS UNIDADES	R.D. 339 - 87 - ITINTEC - D6 87 - 06 - 22	
	Valor máximo recomendable	Valor máximo admisible
Turbiedad NTU	3	5
Sólidos Totales mg/L	500	1.000
Hierro mg/L	--	0.3
Plomo mg/L	--	0.05
Cobre mg/L	--	1.0
Cadmio mg/L	--	0.005
Manganeso mg/L	--	0.1
Zinc mg/L	--	5.0
Boro mg/L	--	--
Magnesio mg/L	30	--
Sulfatos mg/L	250	400
Cloruros mg/L	250	600
Dureza Total mg CaCO ₃ /L	250	--
Alcalinidad Total mg CaCO ₃ /L	120	--
pH	6.5 - 8.5	--
Nitrato mg/L	--	45
Sodio mg/L	--	100

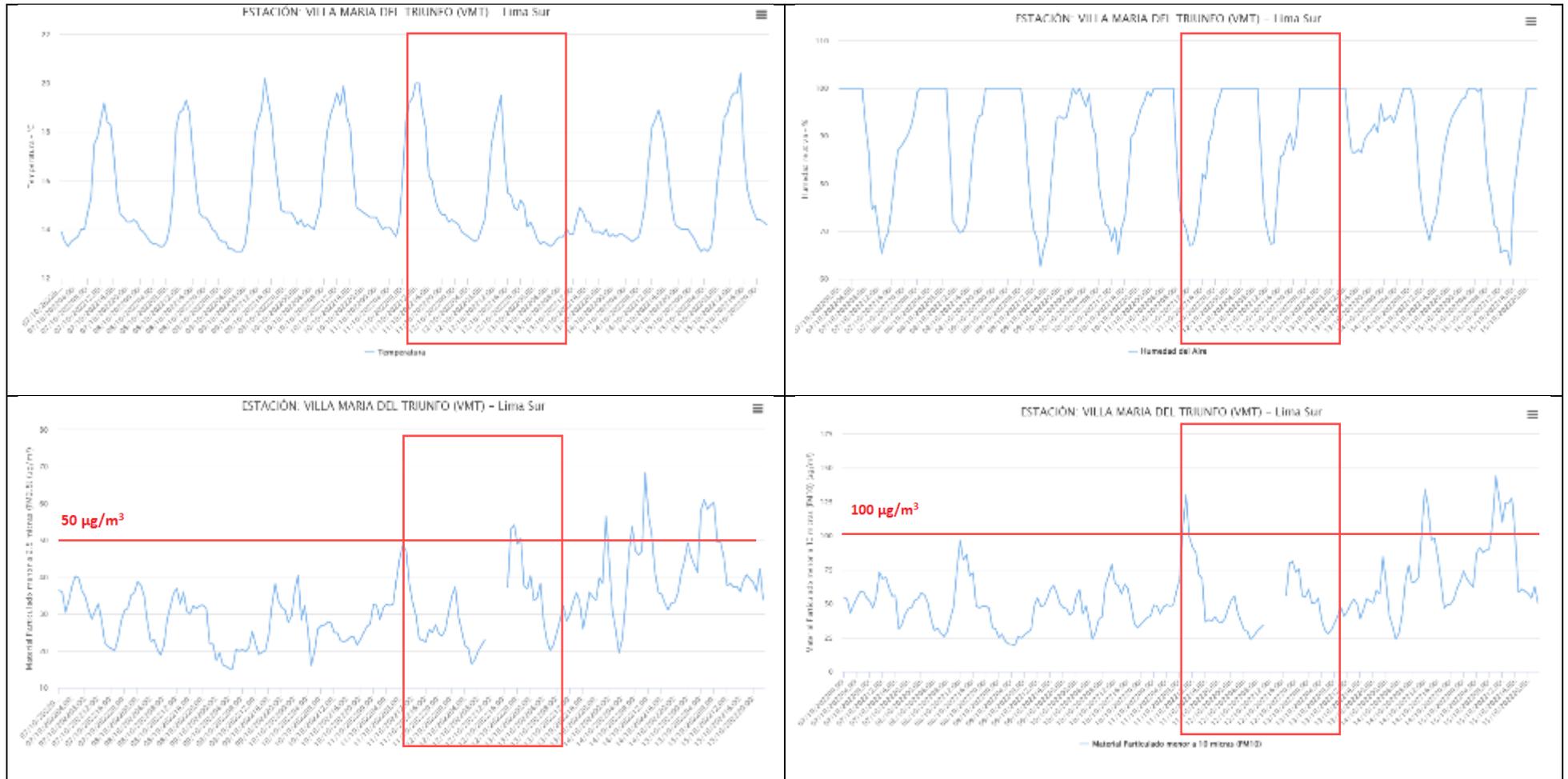
Elemento	Límite de Detección*
Hierro	0.08
Cobre	0.035
Zinc	0.012
Manganeso	0.03
Plomo*	0.3
Cadmio*	0.012
Cromo	0.05
Calcio	0.025
Magnesio	0.0035
Sodio	0.007
Potasio	0.02

* Equipo de Absorción atómica

Anexo 16.- Condiciones meteorológicas y material particulado del primer periodo de muestreo



Anexo 17.- Condiciones meteorológicas y material particulado del segundo periodo de muestreo



Anexo 18.- Avisos Meteorológicos del SENAMHI ambos periodos de muestreo

Aviso Meteorológico

Los Avisos Meteorológicos son pronósticos de carácter preventivo ante eventos severos, indicando las áreas que podrían verse afectadas y el nivel de peligrosidad.

[Aviso # 110](#) [Aviso # 151](#) [Anteriores](#)

Aviso N°151 **AMARILLO**

INCREMENTO DE VIENTO EN LA COSTA CENTRO Y SUR

Inicio del evento: **Martes, 02 de Agosto de 2022 a las 00:00 horas** Fecha de emisión: **Domingo, 31 de Julio de 2022**
 Fin del evento: **Miércoles, 03 de Agosto de 2022 a las 23:59 horas**

Periodo de vigencia del aviso: **47 horas**

Aviso Meteorológico

Los Avisos Meteorológicos son pronósticos de carácter preventivo ante eventos severos, indicando las áreas que podrían verse afectadas y el nivel de peligrosidad.

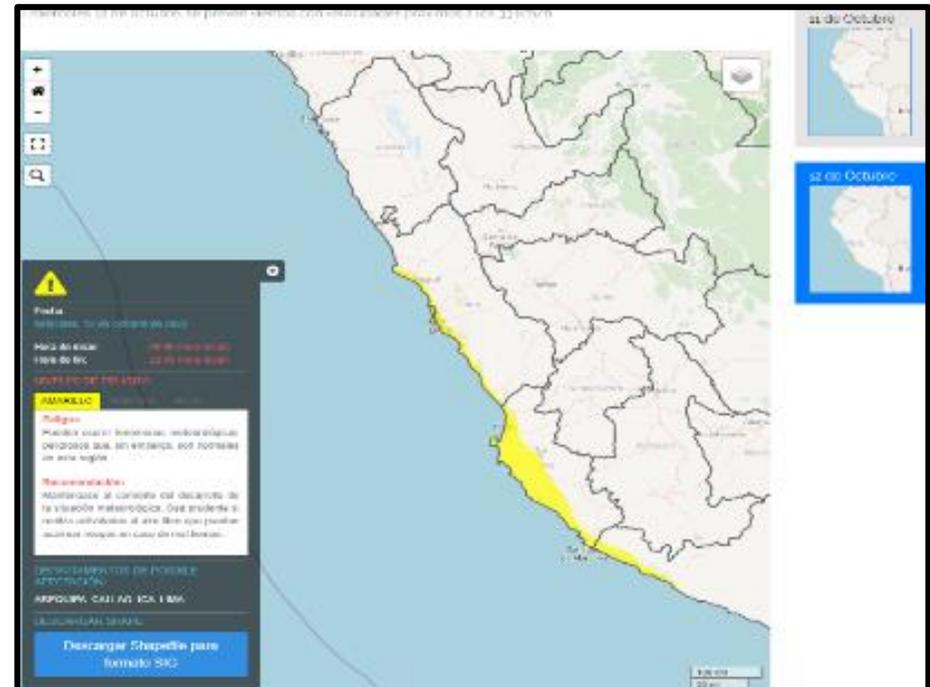
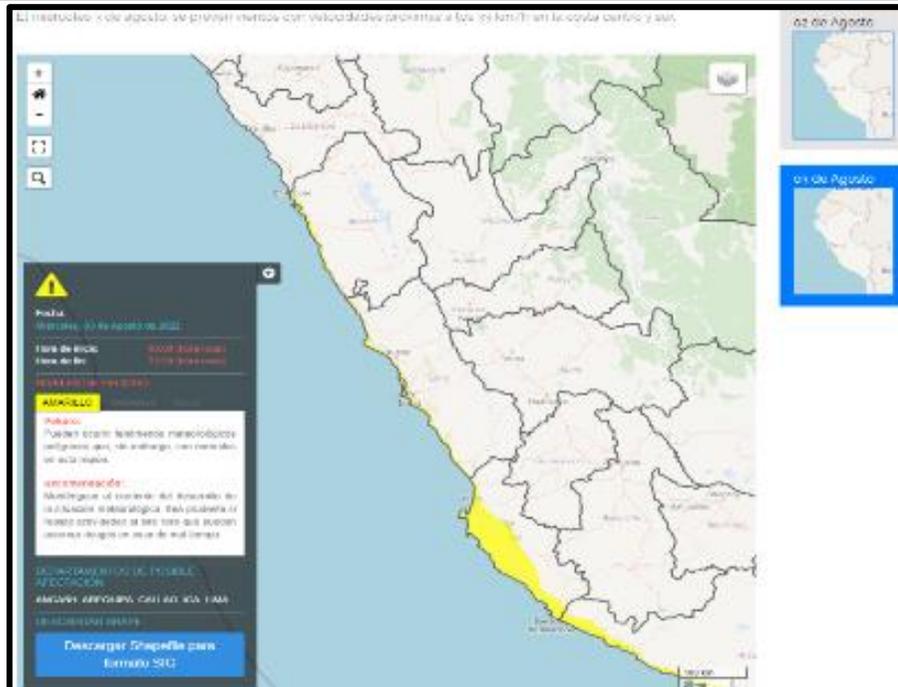
[Aviso # 110](#) [Aviso # 207](#) [Anteriores](#)

Aviso N°207 **AMARILLO**

INCREMENTO DE VIENTO EN LA COSTA CENTRO Y SUR

Inicio del evento: **Martes, 11 de Octubre de 2022 a las 12:00 horas** Fecha de emisión: **Lunes, 10 de Octubre de 2022**
 Fin del evento: **Miércoles, 12 de Octubre de 2022 a las 23:59 horas**

Periodo de vigencia del aviso: **35 horas**



Anexo 19.- Flora identificada bajo el SCAN 1

Papa silvestre Solanaceae
Solanum montanum L.



98

Herbaceas

1

Fuente: (Miguel, 2015)



Aromo Fabaceae
Vachellia macracantha (Humb. y Bonpl. Willd ex.) Seigler & Ebinger



126

3

Fuente: (Miguel, 2015)



Margarita de lomas Asteraceae
Philoglossa peruviana DC.



36

Herbáceas

5

Fuente: (Miguel, 2015)



6

Fuente: Propia

Salvia Lamiaceae
Salvia paposana Phil.



58

Herbáceas

7

Fuente: (Miguel, 2015)



8

Fuente: Propia

Mostacilla (*Sisymbrium irio*)



Fuente: ecoregistros.org

9



Fuente: propia

10

Malva

Malvaceae

Fuertesimalva peruviana (L.) Fryxell

65



Fuente: (Miguel, 2015)

11

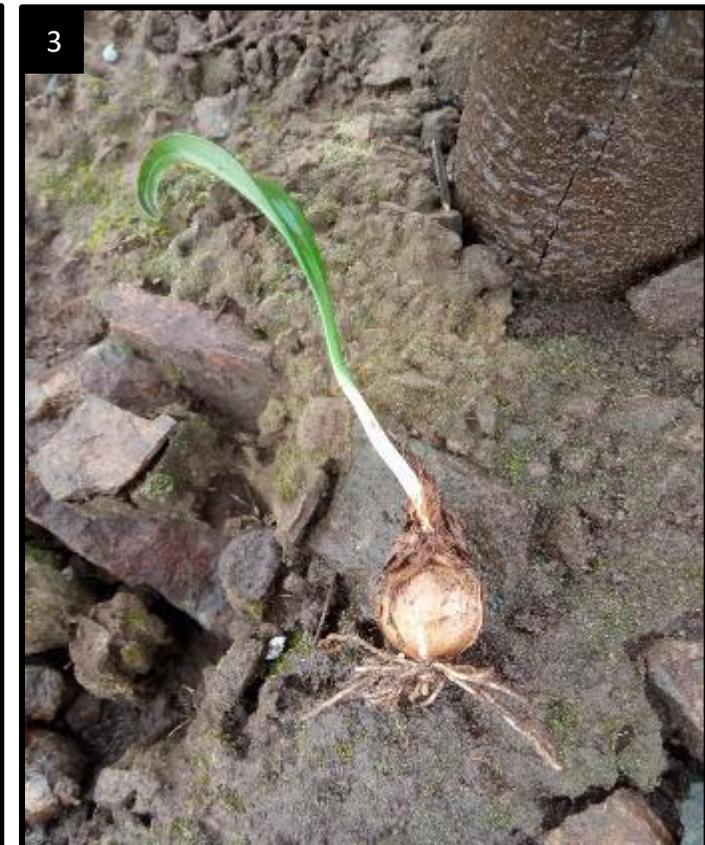


Fuente: propia

12

Anexo 20.- Flora identificada bajo el SCAN 2

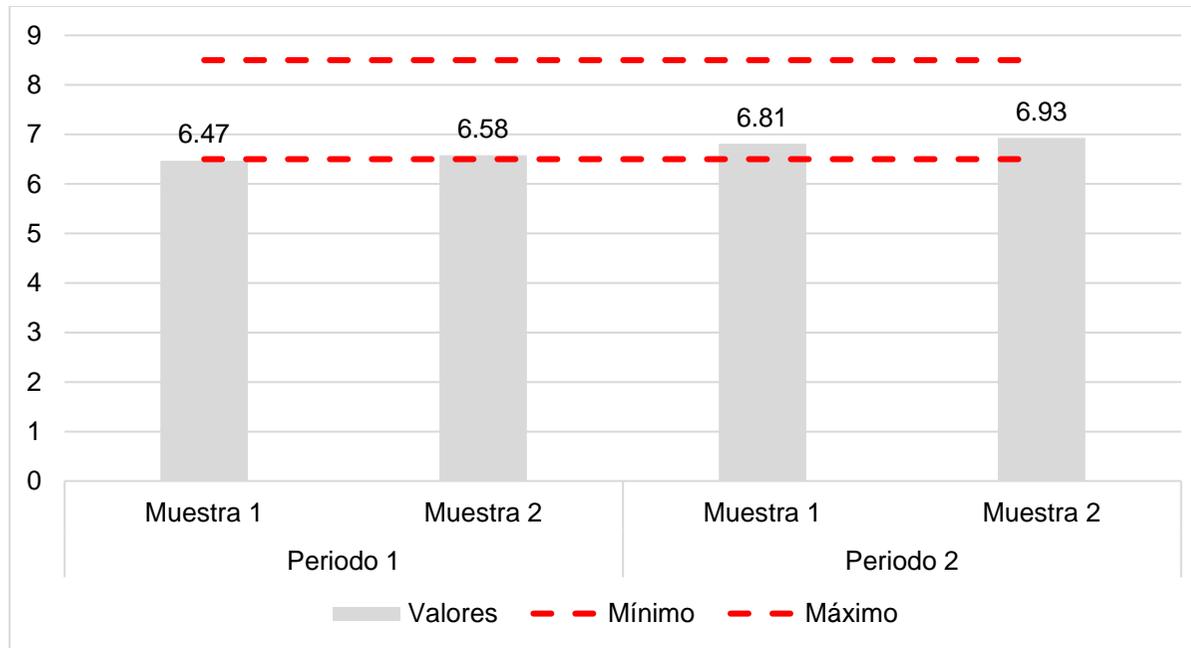
Según el MINAM, una de las adaptaciones de la vegetación para sobrevivir la época seca es desarrollar bulbos, rizomas y cebollas, cuyo crecimiento se debe haber activado por el aporte de agua del atrapanieblas (Claros, 2013).



Fuente: Propia

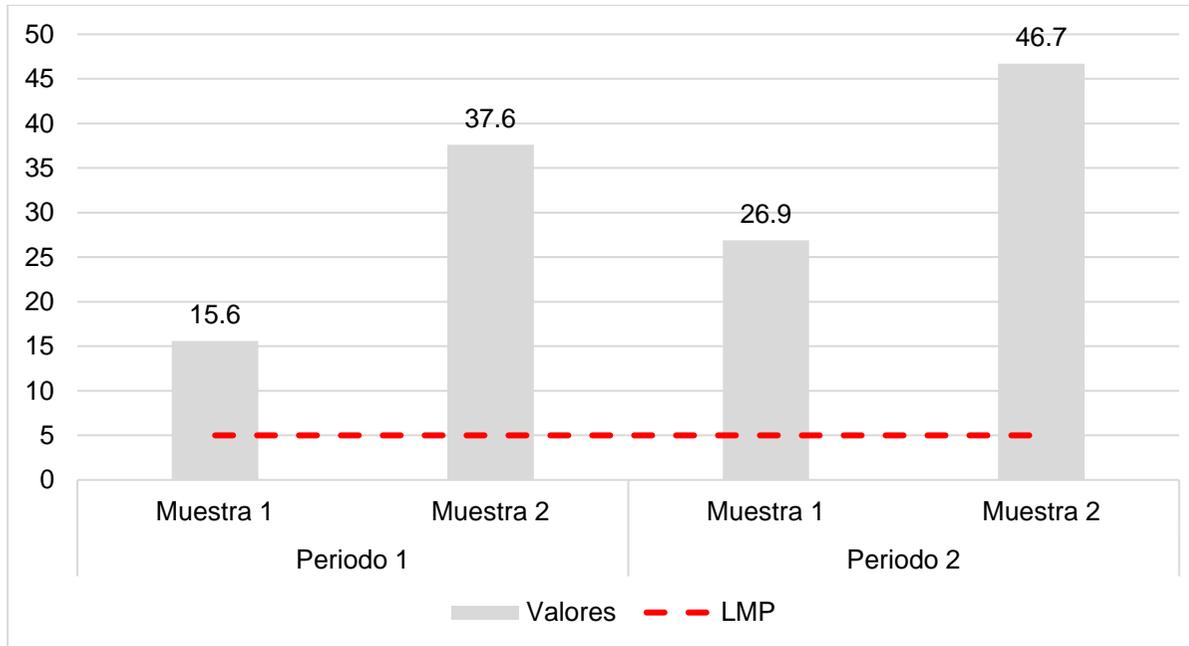
Anexo 21.- Características físicas del agua

Ph del agua de la Loma de Villa María



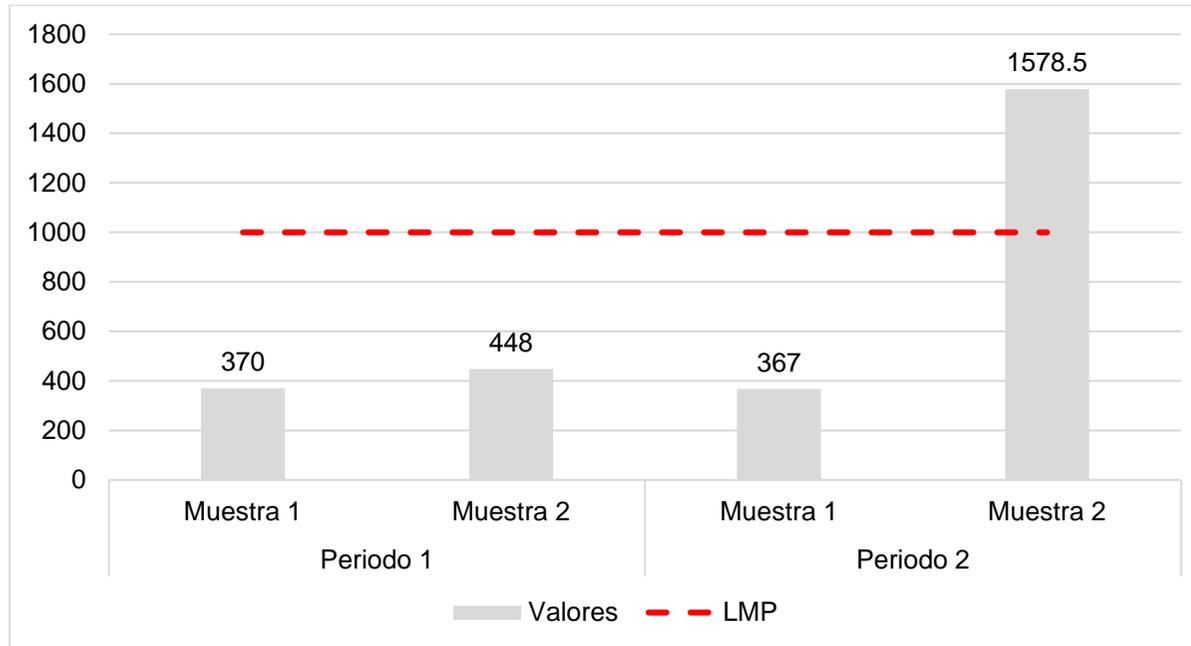
Se observa que sólo en la medición de la primera muestra del primer periodo, presenta un valor ligeramente inferior al valor mínimo del límite para el consumo humano del agua, mientras que las demás mediciones resultaron con niveles de Ph dentro del rango establecido para considerarla apta para el consumo humano.

Turbiedad del agua de la Loma de Villa María (NTU)



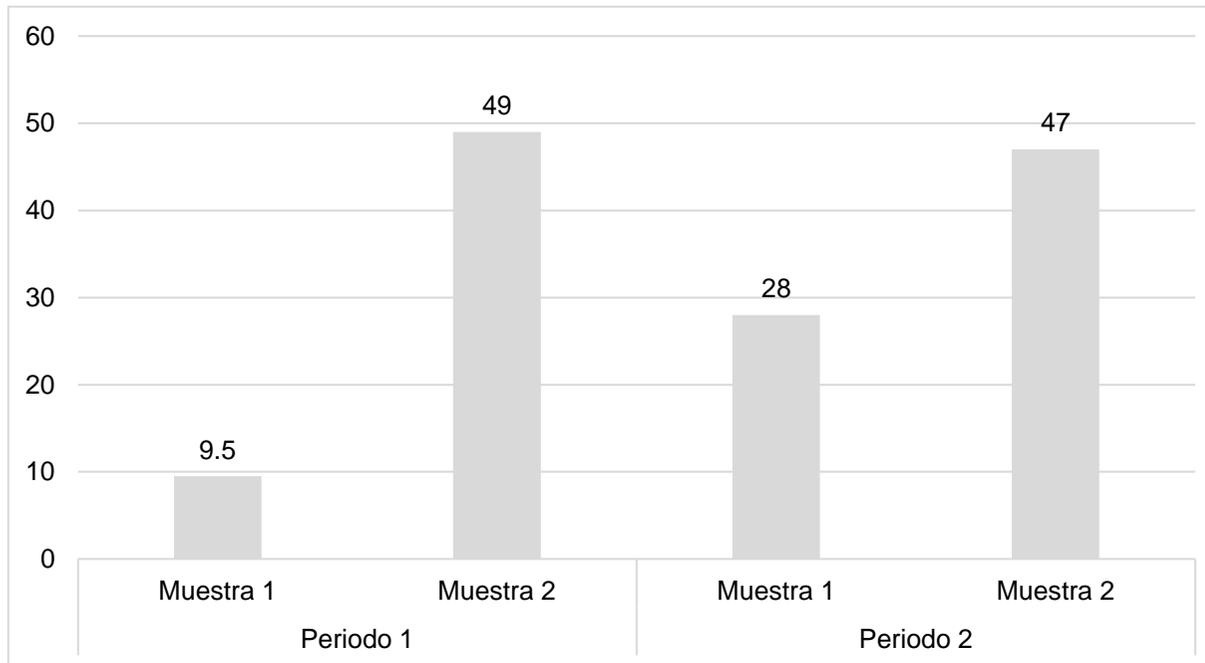
Con respecto al nivel de turbiedad del agua de las muestras evaluadas, se observa que, en todos los casos, supera el límite máximo permitido para el consumo humano, por lo tanto, se evidencia que el agua de las muestras presenta alta turbiedad.

Contenido de solidos totales disueltos en el agua de la Loma de Villa María (mg/L)



En el caso de los sólidos totales disueltos en el agua, se observan valores por debajo del límite máximo permitido para el consumo humanos, con excepción de la segunda muestra del periodo 2, cuyo valor fue de 1578.5 mg/L.

Sólidos suspendidos en el agua de la Loma de Villa María (mg/L)



Para el caso de los sólidos suspendidos en el agua no se tiene normativa para agua de consumo humano; sin embargo, se denota una mayor concentración de sólidos suspendidos en la muestra 2. A su vez se observa que la muestra 1 en el segundo periodo tuvo una mayor concentración de sólidos suspendidos en el agua.

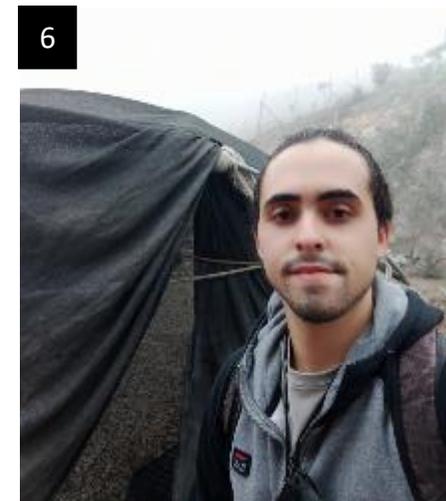
Anexo 22.- Archivo Fotográfico

Comparación entre foto tomada el 5 de agosto y foto tomada el 11 de octubre



Vegetación debajo del SCAN 1, formada entre el periodo de muestreo 1 y el periodo de muestreo 2

27 Julio



28 Julio





2 Agosto



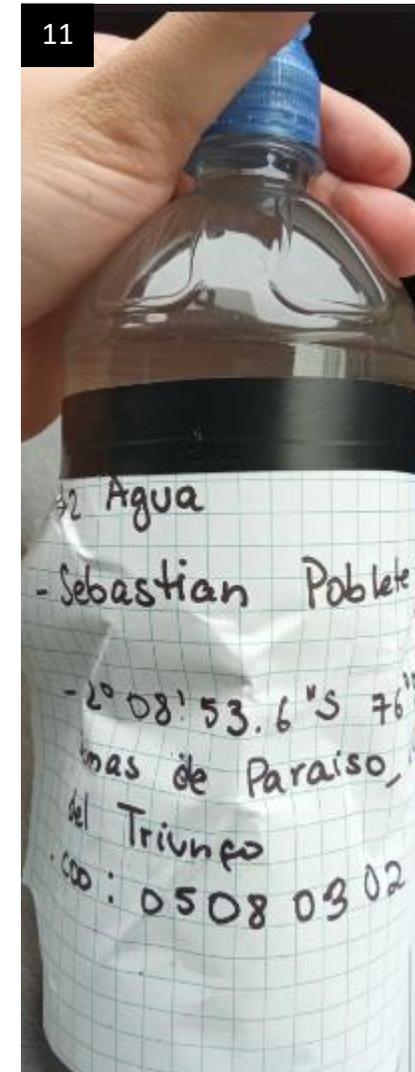
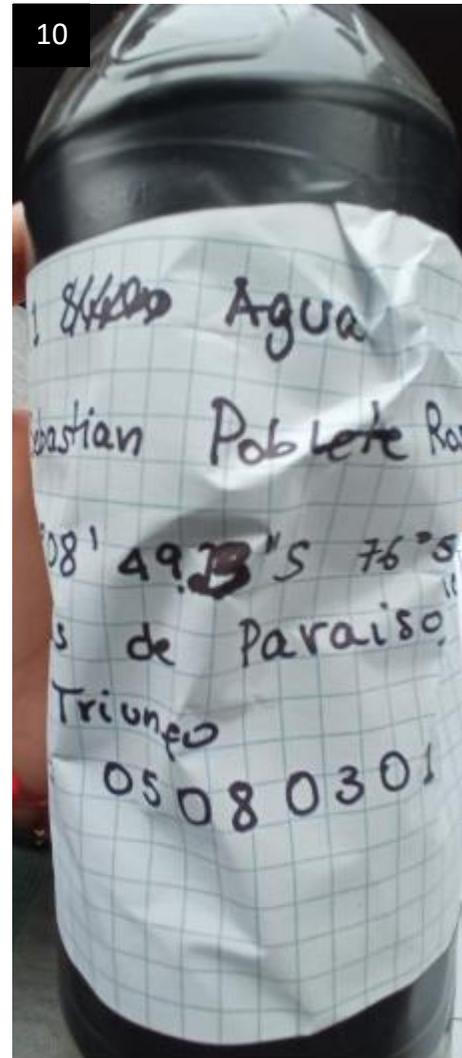
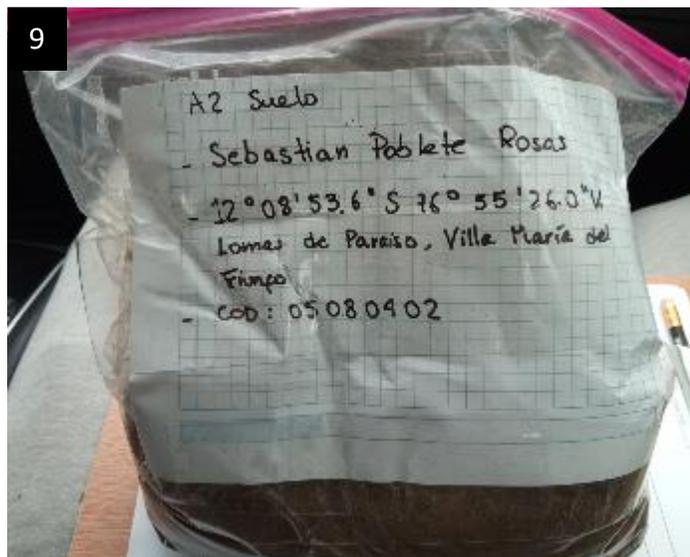
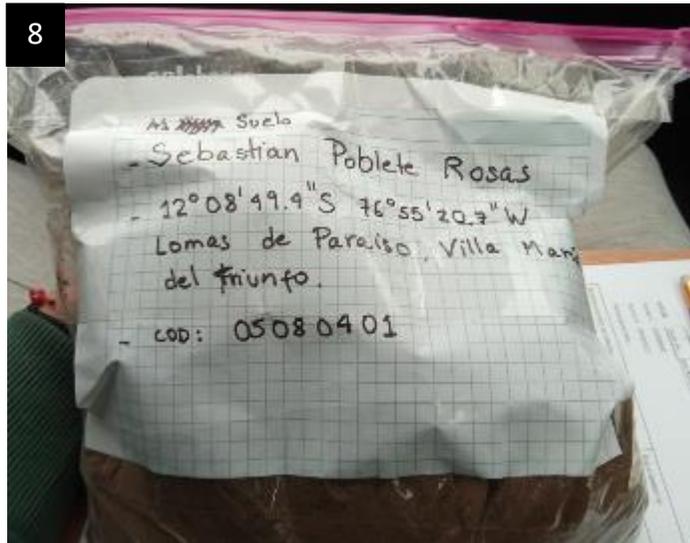


3 Agosto



5 Agosto





5 Agosto

1



2



3



4



5





11 Octubre



12 Octubre



13 Octubre

1



2







8



Anexo 23.- Gráfico de temperaturas

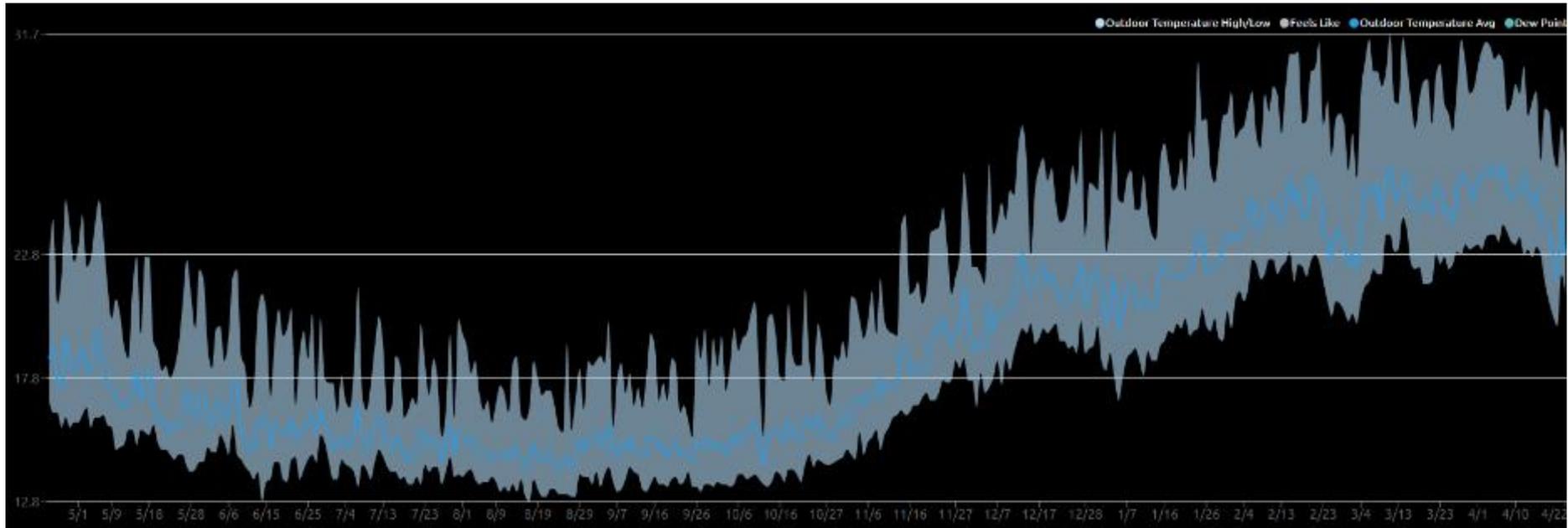


Gráfico de temperaturas del periodo 24 de abril 2022 a 24 de abril 2023 (Ambient Weather Network)

Anexo 24.- Archivo Videográfico

	Video	Vínculos
1.	Condiciones de nubosidad del día de muestreo 13 octubre	https://youtu.be/PlE8RPJ7XFs
2.	Tanque de agua 1 desde Ruta 2	https://youtu.be/bxJon6CjPo
3.	Vientos predominantes	https://youtu.be/vy76PaM19vE
4.	Parche de vegetación	https://youtu.be/ZwFLeZgcCqQ
5.	Tanque agua 2 desde Atrapanieblas 1	https://youtu.be/Ur3WXxaQZE
6.	Link Atrapanieblas 2	https://youtu.be/2VLI6aSO61Y
7.	Atrapanieblas 1 Sin Canaleta	https://youtube.com/shorts/beOGiPT5p0A
8.	Condiciones atmosféricas Periodo 4-5 agosto	https://youtu.be/sCEyfbRuMAc
9.	Condiciones atmosféricas Periodo 11-13 octubre	https://youtu.be/gjZuVkEkPWU
10.	Acumulación de agua en Atrapanieblas 2 Periodo 2	https://youtube.com/shorts/WnPqqqsK-RU
11.	Viento predominante en ladera oriente	https://youtu.be/3ecR34FOfPA

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 117-2022-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima, 01 de agosto del 2022

VISTO:

El informe de revisión académica independiente y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: ***“Determinación de la contaminación del aire en el Ecosistema de Lomas Costeras del distrito de Villa María del Triunfo durante la estación de Invierno (2022)”***, presentado por:

- **Sebastian Poblete Rosas**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: ***“Determinación de la contaminación del aire en el Ecosistema de Lomas Costeras del distrito de Villa María del Triunfo durante la estación de Invierno (2022)”*** con N° de registro: **189-2021-PRE11**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **Edgar Avelino Marcelino Tarmeño** como asesor(a) para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,


Dr. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico
Carrera de Ingeniería Ambiental

CONSTANCIA N° 030-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2022

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** (reunión ordinaria: 26 de Abril de 2022).

Código de registro: **189-2021-PRE11**
Título: **Determinación de la contaminación del aire en el ecosistema de lomas costeras del distrito de Villa María del Triunfo durante la estación de invierno (2022)**
Investigador(a): **Sebastián Poblete Rosas**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-AB-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 25 de octubre de 2023**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 26 de abril de 2022



Méd. Ver. Milena Paola Montenegro Veja
Presidenta (e)

Comité Institucional de Ética en Investigación
con Animales y Biodiversidad