

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LA
LOMA DE VILLA MARÍA EN TÉRMINOS DE LA DIVERSIDAD
DE AVIFAUNA”**

Presentada por:

DANIEL MARCELO GOTUZZO

Trabajo Académico para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO

Lima - Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LA
LOMA DE VILLA MARÍA EN TÉRMINOS DE LA DIVERSIDAD
DE AVIFAUNA”**

Presentada por:

DANIEL MARCELO GOTUZZO

Trabajo Académico para Optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO

Sustentada y aprobada por el siguiente Jurado:

Mg. Sc. Diana Zulema Quinteros Carlos
PRESIDENTE

Dra. Martha Leonor Williams León de Castro
MIEMBRO

Maest. Cs. Juan Jesús Torres Guevara
MIEMBRO

Mg. Quím. Mary Flor Cesaré Coral
ASESORA

Blga. Liz Zaida Castañeda Córdova
CO ASESORA

A mi hijita adorada... mi pecanita, mi Almendra.

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por ser padre y madre a la vez y darme educación a costa de todo.

A mi novia, por alentarme y estar siempre en las buenas y en las malas.

A mi hija, por darme inspiración y fuerzas.

*A la profesora Blga. Liz Castañeda, por apoyarme y aconsejarme a lo largo de la
carrera.*

A la profesora Mg. Mary Flor Cesaré, por apoyarme a lo largo de la tesis.

A mis profesores de la UNALM, por contribuir con mi formación.

A la Tuna Agraria, por enseñarme a creer en mí.

Al profesor y poeta Carlos Navarrete, por la revisión gramatical.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. ECOSISTEMA DE LOMAS.....	3
2.1.1. Lomas de Villa María del Triunfo	8
2.2. DIVERSIDAD ECOLÓGICA	10
2.3. AVES DEL PERÚ	11
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS AVES.....	12
2.5. ÍNDICES DE MEDIDA DE DIVERSIDAD DE ESPECIES	15
2.5.1. Métodos para evaluar la riqueza específica	16
a. Índice de diversidad de Margalef (D_{Mg}).....	16
b. Función de acumulación de especies.....	16
2.5.2. Métodos para evaluar la estructura comunitaria	19
a. Índice de Shannon – Wiener	19
b. Índice de Simpson	20
c. Índice de Pielou	20
2.6. CALIDAD AMBIENTAL	21
2.7. ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA).....	23
2.7.1. Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA).....	24
2.7.2. Índice de Calidad del Aire (INCA).....	26
2.8. CONTAMINACIÓN EN EL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	28
2.9. FUNCIONES DE TRANSFORMACIÓN	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	34
3.1.1. Lomas de Villa María del Triunfo (Lomas de Paraíso).....	34
a. Ubicación.....	34
b. Accesibilidad.....	36
3.2. DISEÑO DE MUESTREO DE AVES	37
3.2.1. Operaciones de campo.....	37
3.2.2. Operaciones de gabinete.....	38
a. Determinación del esfuerzo de muestro	38
3.3. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA	39
3.3.1. Identificación de Especies	41
3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR MATERIAL PARTICULADO (PM_{10} Y $PM_{2.5}$)	41

3.5.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL EN TÉRMINOS DE MATERIAL PARTICULADO	42
3.6.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL EN TÉRMINOS DE LA DIVERSIDAD DE AVIFAUNA	43
3.7.	MATERIALES PARA EVALUACIÓN DE CAMPO	44
3.8.	MATERIALES PARA EVALUACIÓN DE GABINETE	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1.	NIVELES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO – PM ₁₀ Y PM _{2.5}	45
4.2.	ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL EN TÉRMINOS DE MATERIAL PARTICULADO.....	51
4.3.	ESPECIES DE AVES REPORTADAS	53
4.4.	DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD	55
4.4.1.	Curva de acumulación de especies	55
4.4.2.	Índices de Diversidad.....	56
a.	Índice de Shannon (H)	56
b.	Índice de Simpson (1-D)	59
c.	Índice de Margalef.....	61
d.	Índice de Pielou (J).....	61
4.5.	ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL EN TÉRMINOS DE LA DIVERSIDAD DE AVIFAUNA.....	62
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	RECOMENDACIONES.....	67
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
VIII.	ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de especies de flora endémicas encontradas en las lomas de Villa María del Triunfo.....	9
Tabla 2: Número de especies de flora y fauna del Perú en los años 1990, 1999, 2004, 2005, 2006 y 2010	11
Tabla 3: Lista de especies de aves reportadas en el Informe Técnico N° 1047-2013- AG-DGFFS-DGEFFS	14
Tabla 4: Interpretación de los rangos del índice de diversidad de Margalef.....	16
Tabla 5: Interpretación de los rangos del índice de diversidad de Simpson.....	20
Tabla 6: Parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 003 – 2017 MINAM.....	25
Tabla 7: Significado de colores según los valores del INCA para PM ₁₀	26
Tabla 8: Interpretación de las categorías de los niveles del INCA.....	27
Tabla 9: Relación entre la concentración de PM ₁₀ en el medio y el intervalo del INCA	27
Tabla 10: Relación entre la concentración de PM _{2,5} en el medio y el intervalo del INCA	28
Tabla 11: Barrios censados para el reporte Urbano – Ambiental de DESCO en el año 2015	29
Tabla 12: Descripción de los valores de ICA para Material Particulado	32
Tabla 13: Descripción de los valores de ICA para diversidad de especies	33
Tabla 14: Valores de concentración de PM ₁₀ entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del distrito de Villa María del Triunfo contrastado con el intervalo de concentraciones del INCA.....	48
Tabla 15: Valores de concentración de PM _{2,5} entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del distrito de Villa María del Triunfo contrastado con el intervalo de concentraciones del INCA.....	50
Tabla 16: Resultado del Índice de Calidad Ambiental en términos de la concentración de material particulado (PM ₁₀) entre diciembre (2016) a noviembre (2017) para el distrito de Villa María del Triunfo.	51
Tabla 17: Lista total de especies reportadas durante los monitoreos de aves de las lomas de Villa María del Triunfo entre noviembre (2016) a diciembre (2017).....	54

Tabla 18: Resultado de índices de estructura comunitaria para las lomas de Villa María del Triunfo entre diciembre del año 2016 a noviembre del año 2017	56
Tabla 19: Resultado del Índice de Calidad Ambiental en términos de la diversidad de aves de las lomas de Villa María del Triunfo entre noviembre (2016) a diciembre (2017).....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de las lomas de la región Lima	4
Figura 2: Mecanismo de formación de lomas costeras.....	5
Figura 3: Vistas estacionales de las Lomas de Villa María del Triunfo durante las estaciones de invierno y verano del año 2014	5
Figura 4: Desarrollo de la temperatura superficial del mar (°C; contornos de 26 y 28°C y anomalías en colores) en el Pacífico ecuatorial para el periodo diciembre 2016 – abril 2017.....	6
Figura 5: Variación de la diversidad vegetal en las lomas por efecto de la altura	7
Figura 6: Distribución de las aves del mundo según el ámbito geográfico y el país.....	12
Figura 7: Topografía de ave usada para su descripción.....	13
Figura 8: Ejemplo de una curva de acumulación de especies.	18
Figura 9: Función de transformación del indicador ambiental: Material particulado	31
Figura 10: Función de transformación del indicador ambiental: Diversidad de Especies	32
Figura 11: Macro ubicación del área de evaluación	34
Figura 12: Mapa base de la loma de Villa María del Triunfo	35
Figura 13: Mapa de accesibilidad a las lomas de Villa María del Triunfo.....	36
Figura 14: Ubicación de puntos de monitoreo iniciales.	37
Figura 15: Función de transformación para material particulado – Atmósfera “Polvo en suspensión”	42
Figura 16: Función de transformación para diversidad de especies	43
Figura 17: Concentración promedio correspondiente a tres días seguidos de cada mes entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del parámetro PM ₁₀ en el distrito de Villa María del Triunfo.....	45
Figura 18: Concentración promedio correspondiente a un día del mes entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del parámetro PM ₁₀ en el distrito de Villa María del Triunfo.....	47
Figura 19: Concentración promedio correspondiente a un día del mes entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del parámetro PM _{2.5} en el distrito de Villa María del Triunfo.....	49

Figura 20: Comportamiento del Índice de Calidad Ambiental contrastado con la concentración de material particulado PM_{10} entre diciembre (2016) a noviembre (2017) en el distrito de Villa María del Triunfo.	52
Figura 21: Abundancia de especies de aves reportadas en las lomas de Villa María del Triunfo durante los días de evaluación entre diciembre (2016) a noviembre (2017)	53
Figura 22: Curva de acumulación de especies elaborada con los datos de abundancia de individuos por especie en las lomas de Villa María del Triunfo durante el mes de noviembre del año 2016	55
Figura 23: Comportamiento del índice de Shannon para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo.....	57
Figura 24: Comparación entre el comportamiento del índice de diversidad de Pielou y Shannon para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo	58
Figura 25: Comportamiento del índice de Simpson para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo.....	59
Figura 26: Comparación entre el comportamiento del índice de diversidad de Pielou y Simpson para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo	60
Figura 27: Comportamiento del índice de Margalef para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo.....	61
Figura 28: Comportamiento del índice de Pielou para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo	62
Figura 29: Comparación del ICA expresado en términos de la diversidad de avifauna y el ICA en términos de la concentración de material particulado (PM_{10}).....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Coordenadas de Puntos de Monitoreo	76
ANEXO 2: Promedios de concentración diarios de los parámetros PM_{10} y $PM_{2.5}$ entre diciembre del año 2016 a noviembre del año 2017.....	78

RESUMEN

Se realizó el monitoreo de aves en las lomas de Villa María del Triunfo durante los meses de diciembre del año 2016 a noviembre del año 2017, periodo durante el cual se analizaron, también, las concentraciones de material particulado de diámetro menor a 10 micras en el (PM_{10}) y 2.5 micras ($PM_{2.5}$) en el aire. Los resultados obtenidos fueron transformados en unidades adimensionales de Índices de Calidad Ambiental (ICA) a través de funciones de transformación establecidas por el método Batelle Columbus permitiendo su comparación. El índice de Calidad Ambiental (ICA) en términos de la diversidad de avifauna tuvo un valor de 0.21 considerado como aceptable según el método Batelle Columbus.

Los valores del ICA para PM_{10} se encontraron entre 0.31 (calidad baja) y 0.70 (calidad moderada) con un promedio de 0.53, mientras que las concentraciones de material PM_{10} superan el ECA en todos los meses con excepción del mes de mayo y septiembre con lo cual se concluye que la función de transformación para material particulado del método Batelle-Columbus reflejó la calidad de aire de las lomas de Villa María del Triunfo en el periodo evaluado. Los resultados de los índices de diversidad indican que la presencia de la especie está determinada por la estacionalidad propias de las lomas mostrando los mayores valores en los meses de estación húmeda, a diferencia del Índice de Calidad Ambiental en términos de la diversidad de avifauna el cual tienen su mayor valor en la estación seca, no reflejando el comportamiento de la diversidad de aves. Se concluye que, para establecer la Calidad del Ambiente, es necesario analizar en conjunto las diferentes variables que componen el ambiente y que los Estándares de Calidad Ambiental no pueden representar la calidad del medio; sin embargo, pueden ser utilizados como *índices de salud poblacional humana* reflejando la calidad del aire en términos de la salud de las personas.

Palabras clave: Índices de Calidad Ambiental, Estándares de Calidad Ambiental, índices de diversidad, funciones de transformación.

ABSTRACT

Bird monitoring was carried out in the hills of Villa María del Triunfo during the months of December of the year 2016 to November of the year 2017, period during which the concentrations of particulate material of less than 10 microns in diameter were also analyzed (PM10) and 2.5 microns (PM2.5) in the air. The results obtained were transformed into dimensionless units of Environmental Quality Indices (ICA) through transformation functions established by the Batelle Columbus method allowing comparison. The Environmental Quality Index (ICA) in terms of avifauna diversity had a value of 0.21 considered acceptable according to the Batelle Columbus method.

The values of the ICA for PM10 were found between 0.31 (low quality) and 0.70 (moderate quality) with an average of 0.53, while the PM10 material concentrations exceed the ECA in all months except for the month of May and September with the which concludes that the transformation function for particulate material of the Batelle-Columbus method reflected the air quality of the hills of Villa María del Triunfo in the period evaluated. The results of the diversity indices indicate that the presence of the species is determined by the seasonality of the hills showing the highest values in the months of the wet season, unlike the Environmental Quality Index in terms of the diversity of avifauna which they have their greatest value in the dry season, not reflecting the behavior of bird diversity. It is concluded that, in order to establish the Quality of the Environment, it is necessary to analyze together the different variables that make up the environment and that the Environmental Quality Standards can't represent the quality of the environment; however, they can be used as Population Health Indices reflecting the quality of the air in terms of the health of the people.

Key words: Environmental Quality Indices, Environmental Quality Standards, diversity indexes, transformation functions.

I. INTRODUCCIÓN

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha reconocido al Perú como un país “megadiverso” por poseer una gran riqueza de especies (Jiménez-Sierra *et al.* 2010) además de situarse en la segunda posición a nivel mundial como el país con mayor riqueza de especies de avifauna en el año 2007 (Franke 2007). Esto se debe a la gran cantidad de ecosistemas con los que cuenta como resultado de su ubicación privilegiada sobre el planeta (MINAM 2010) lo que permite la existencia de una amplia variedad de aves ya que estas son capaces de colonizar prácticamente todos los hábitats existentes.

Los conceptos de diversidad y de calidad ambiental se encuentran entre los más citados en la normativa ambiental peruana (Sánchez y Falero 2015) constituyendo ejes importantes en la gestión de la naturaleza, gestión que ha de realizarse teniendo en cuenta estos conceptos. Esto se apoya en el sexto eje estratégico establecido como parte del Plan Bicentenario el cual contempla a los recursos naturales y a la Gestión de la Calidad Ambiental de suma importancia para el desarrollo del Perú (CEPLAN 2011).

Los recursos biológicos en términos de la biodiversidad deben de ser considerados como parte del capital de las naciones (Jiménez-Sierra *et al.* 2010) pues estos proporcionan servicios ecosistémicos y proveen información sobre el estado del ambiente y la contaminación. Se han realizado estudios que comprueban el efecto negativo que tiene una atmósfera contaminada en la composición de sus poblaciones observando que los valores de índices de diversidad son mayores en áreas con atmósferas no contaminadas (Salgado *et al.* 1997). En este sentido, las aves vienen siendo usadas como bioindicadores de la calidad ambiental puesto que son suficientemente sensibles a los cambios que se generan en el medio además de estar presentes en casi toda la red trófica (Altamirano *et al.* 2002).

Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud humana son considerados de suma importancia. Tal como lo menciona la Organización Mundial de la Salud (OMS), las muertes prematuras alcanzan una cifra que supera los 2 millones debido a causas atribuibles a la contaminación atmosférica tanto en entornos urbanos como en espacios cerrados (OMS 2005). En el Perú, se sabe que uno de los distritos más contaminados es Villa María del Triunfo; así lo indica el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el Anuario de Estadísticas Ambientales 2016; el cual informa que, de los distritos evaluados durante los años 2013, 2014 y 2015, Villa María del Triunfo es el que tiene los mayores índices de contaminación por material particulado (INEI 2016) de diámetro menor a 10 micras y 2.5 micras.

En el presente estudio se estimará la calidad ambiental de las lomas de Villa María en términos de la diversidad de avifauna para lo cual se usará la función de transformación del método Batelle-Columbus obteniendo un resultado en unidades adimensionales de calidad ambiental de manera que pueda ser contrastada con la calidad del aire del distrito en términos del parámetro de material particulado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ECOSISTEMA DE LOMAS

Un ecosistema es la integración de los factores bióticos y abióticos con la totalidad de organismos de una determinada área que interactúan en reciprocidad generando una estructura de dependencia trófica y condicionando la diversidad de organismos, al mismo tiempo que determina ciclos de intercambio de materiales entre el compartimiento biótico o vivo y el compartimiento abiótico o inerte (Brack y Mendiola 2000). Para Margalef, los ecosistemas son «(...) *sistemas a un nivel en el cual los individuos u organismos completos pueden ser considerados elementos de interacción, ya sea entre ellos, ya sea con matriz ambiental laxamente organizada*» (Vargas y Zúñiga 2010) donde “interacción” debe entenderse como el intercambio de materia y energía. Es posible inferir, entonces, que el ecosistema o sistema ecológico es el conjunto de procesos que tienen lugar al interactuar el componente vivo e inerte y los resultados de esas interacciones las cuales consideran intercambios de materiales y energía.

Las lomas son ecosistemas endémicos de Sudamérica (Sotomayor y Jiménez 2008) los cuales se encuentran de manera discontinua desde los 8° de latitud Sur en los cerros Campana y Cabezón en Trujillo - Perú hasta los 30° de latitud Sur en Huasco y Coquimbo – Chile que se ubican a lo largo de la costa peruano – chilena en los desiertos de Sechura y Atacama (Mena *et al.* 2007). Brack considera que el inicio de esta cadena discontinua de lomas inicia a los 6° de latitud Sur en Illescas – Piura (Brack y Mendiola 2000). En Perú, se han registrado 10 lomas en el Norte, 25 en el Centro y 37 en el Sur (Boscatto 2015). El MINAGRI (2013), a través de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre destaca la presencia de 21 lomas para la región Lima.



Figura 1: Mapa de ubicación de las lomas de la región Lima

FUENTE: MINAGRI (2013)

La característica principal del ecosistema de lomas es su marcada estacionalidad. Durante los meses de mayor temperatura (diciembre – marzo), que corresponde a la estación seca, se muestra como un terreno árido de escasa o nula vegetación; mientras que en los meses de baja temperatura correspondiente a la estación húmeda (mayo – octubre), reverdece presentándose como “praderas de vegetación” (Sotomayor y Jiménez 2008). Este comportamiento se debe a la existencia de factores climáticos como el anticiclón del Pacífico Sur, la corriente fría de Humboldt, la Cordillera de los Andes, el fenómeno de inversión térmica y a la topografía de zonas colinosas de pendiente abrupta.

Durante los meses de baja temperatura, la corriente peruana genera un manto neblinoso que; al contacto con las zonas de pendiente pronunciada orientadas hacia el mar, se condensa formando la garúa o “camanchaca” (Zeballos *et al.* 2000) generando áreas de captación de humedad y permitiendo el desarrollo de formaciones vegetales con un alto grado de endemismo (Sotomayor y Jiménez 2008) otorgando cobertura a diferentes especies de aves.

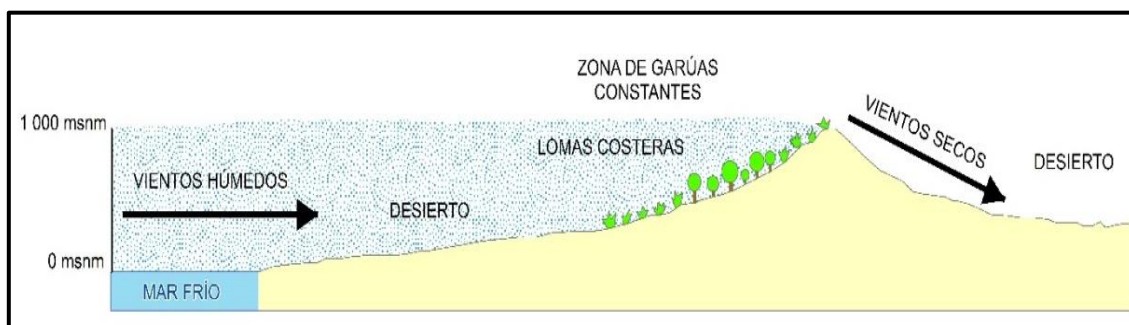


Figura 2: Mecanismo de formación de lomas costeras

FUENTE: Paniagua (s.f.)



Figura 3: Vistas estacionales de las Lomas de Villa María del Triunfo durante las estaciones de invierno y verano del año 2014

FUENTE: PUCP (2014)

Cabe resaltar que la presencia del evento del niño condiciona fuertemente la presencia de lomas aumentando su extensión y tiempo de permanencia (Miyasiro y Ortiz 2016). La Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han señalado que el año 2017 ha sido un año afectado por el evento del niño por lo que el periodo de diciembre 2016 a mayo del 2017 ha sido calificado como afectado por “El Niño Costero”. Este evento ha tenido mayor predominancia en la costa norte del país mientras que en la costa central-sur presentó condiciones alrededor de lo

normal (ENFEN 2017), razón por la cual el comportamiento natural de las lomas centrales no se vio afectado.

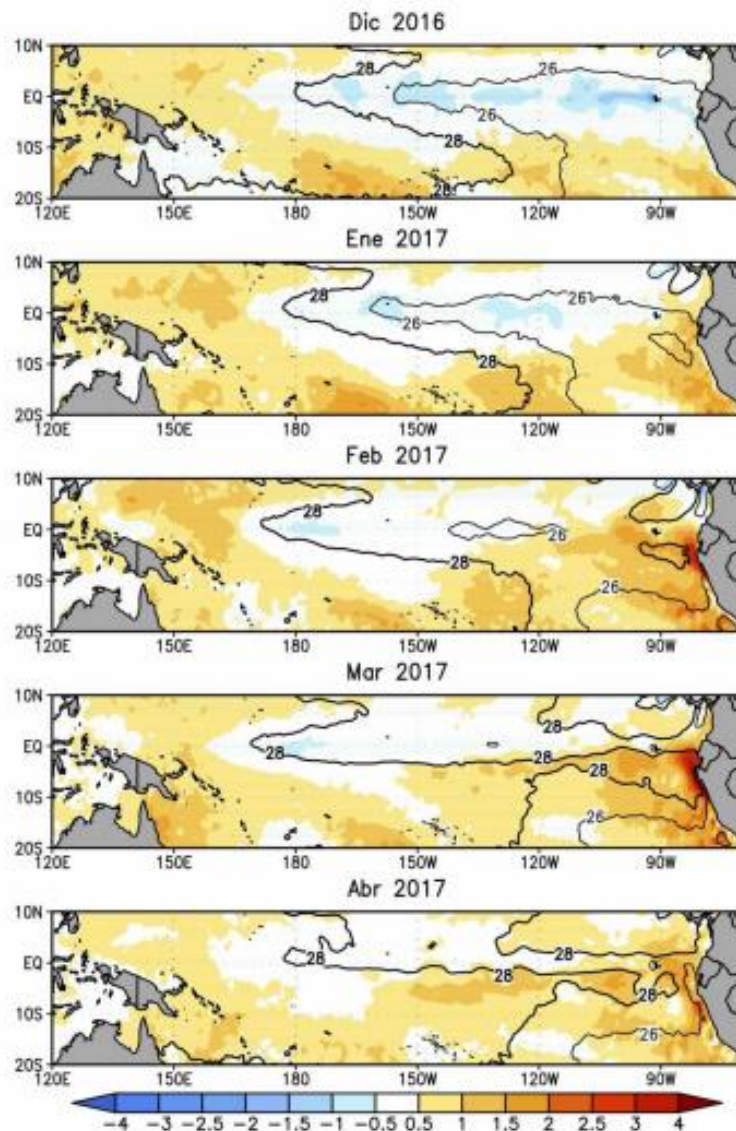


Figura 4: Desarrollo de la temperatura superficial del mar (°C; contornos de 26 y 28°C y anomalías en colores) en el Pacífico ecuatorial para el periodo diciembre 2016 – abril 2017

FUENTE: ENFEN (2017)

El clima de las lomas está marcado por su estacionalidad mostrando en verano temperaturas por encima de los 25°C que resultan elevadas en contraste con las temperaturas de invierno las cuales bordean los 13°C. Las precipitaciones en las lomas son superiores en comparación con el desierto que las rodea alcanzando valores entre 40 y 100 mm/año los cuales tienen lugar durante los meses fríos cuando la humedad relativa alcanza el 100%; sin embargo, en las laderas más bajas (entre los 400 y 600

m.s.n.m.) puede llegar a alcanzar hasta 400 mm. siendo mayor al pie de árboles alcanzando los 500 mm. lo que genera una vegetación mucho más tupida (Brack y Mendiola 2000).

Koepcke, citado por Sánchez y Velázquez (1982) menciona la existencia de ambientes que corresponden a diferentes hábitats al interior de las lomas los cuales están determinadas dependiendo del tipo de formación vegetal o sustrato del suelo: a) Loma de matorrales de hojas deciduas, b) Loma pedregosa con plantas higrofíticas, c) Loma de *Haageocereus*, d) Loma de paredes rocosas con bromeliáceas y c) Lomas de líquenes sobre rocas y piedras.

Las lomas albergan especies de fauna y flora particulares las cuales están adaptadas a las condiciones estacionales de este tipo de ecosistema. La flora de las lomas varía con la altitud (Figura 5) siendo más compleja conforme se incrementa la altura; así, en las zonas de altitudes bajas (hasta los 500 m.) predomina la vegetación herbácea y sub-arbustos, mientras que en altitudes elevadas los arbustos y árboles tienen mayor presencia (Mena *et al.* 2007). Actualmente se han registrado 557 especies de plantas de las cuales, el 42 por ciento son especies endémicas de lomas (Zeballos *et al.* 2000) donde las familias más abundantes son Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae y Poaceae (Trinidad *et al.* 2012); asimismo, los géneros *Mathewsia*, *Palaua*, *Weberbauerella*, *Domeykoa* y *Nolana* son los más representativos (Boscatto 2015).

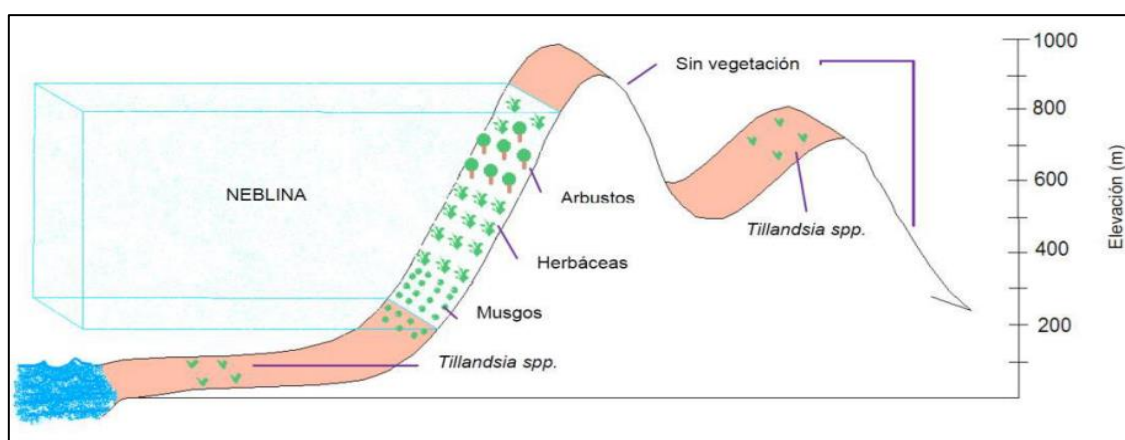


Figura 5: Variación de la diversidad vegetal en las lomas por efecto de la altura
FUENTE: Miyasiro y Ortiz (2016)

Con respecto a la fauna, el taxón más abundante es el de los invertebrados; solo en el antiguo sistema de lomas de Atocongo; el cual está conformado por las lomas de Villa María del Triunfo y las Lomas de Lúcumo, se han registrado 256 especies de artrópodos entre moscas, avispas, coleópteros, etc., asimismo, los mamíferos se encuentran representados por 24 especies de los cuales 11 corresponden a murciélagos, 6 corresponden a roedores y los demás a rumiantes y carnívoros destacando el *Pseudalopex culpaeus* (zorro andino). Las aves tienen importante representatividad con 71 especies; sin embargo, son pocas las residentes ya que, en su mayoría, son migratorias encontrándose en las lomas solo en estación de invierno migrando en verano. (Brack y Mendiola 2000). Para las lomas de Lachay se indica la existencia de 55 especies de aves en alrededor de 15 familias entre las que destacan *Athene cunicularia* (lechuza de los arenales), *Nothoprocta pentlandii* (perdiz), *Falco sparverius* (cernícalo americano) y *Pyrocephalus rubinus* (turtupilín) (ParkWatch 2003).

2.1.1. Lomas de Villa María del Triunfo

Las lomas de Paraíso abarcan parte de lo que fue el antiguo sistema de lomas de Atocongo (Trinidad *et al.* 2012). Tienen una extensión de natural de 691.48 ha según el MINAGRI (2013) con altitudes que van desde los 400 m. hasta los 1000 msnm. Estas lomas son consideradas, desde el año 1977, como Zona Ecológica del distrito de Villa María del Triunfo por Ordenanza Municipal N° 015-97/MVMT, apoyado por el Decreto Supremo N° 038-2001-AG (Vásquez 2008). En el año 2013, el MINAGRI reconoce a la Loma de Villa María del Triunfo como Ecosistema Frágil mediante la Resolución Ministerial N° 0401-2013-MINAGRI, debido a su baja resiliencia inherente a este tipo de ecosistema, el cual ante alguna condición de perturbación o evento antropogénico impactante, altera su estructura y composición (García *et al.* 2014).

Tal como menciona Trinidad (2012), la vegetación es más densa en el lado oriental de la loma de Villa María del Triunfo debido al impacto directo de las masas de niebla por lo que la humedad es mayor pudiéndose desarrollar especies como *Sicyos baderoa*, *Salvia* spp., *Nicotiana paniculata*, *Caesalpinia spinosa*, *Parkinsonia aculeata*, *Rostraria trachyantha*, *Veronica persica*, entre otras ubicadas en la parte baja; mientras que en la parte media es posible observar especies de *Solanum montanum*, *Nasa urens*, *Fuertesimalva* spp., *Heliotropium arborescens*, *Cyclanthera mathewsii*, *Sysimbrium*

orientale, *Erigeron leptorhizon*, *Solanum peruvianum*, así como *Vasconcellea candicans* y *Begonia octopetala* en las zonas rocosas y quebradas pedregosas. En la parte alta es posible observar especies como *Croton alnifolius*, *Alternanthera pubiflora*, *Nolana humifusa*, *Solanum peruvianum* y *Haageocereus limensis*. De igual forma, las Lomas de Villa María presentan un alto grado de endemismo lo cual expresa su importancia ecológica (Tabla 1). Hacia el lado accidental de las lomas, la vegetación es rala y restringida en muchos casos a algunas quebradas (Trinidad *et al.* 2012), por este motivo y dado que las poblaciones de aves están fuertemente relacionadas con la presencia de vegetación, las evaluaciones se realizaron principalmente en zonas de lomas que presentan mejor cobertura para este taxón. Si bien es cierto, las lomas tienen una extensión natural de 691.48 ha, no toda esta área está cubierta de vegetación pues las poblaciones han ido asentándose sobre parte de esta (Miyasiro y Ortiz 2016).

Tabla 1: Lista de especies de flora endémicas encontradas en las lomas de Villa María del Triunfo

FAMILIA	ESPECIE
Amaranthaceae	<i>Atriplex rotundifolia</i> Dombey ex Moq.
Asteraceae	<i>Ophryosporus pubescens</i> (Sm.) R.M. King & H. Rob.
	<i>Philoglossa peruviana</i> DC.
	<i>Senecio abadianus</i> DC.
Boraginaceae	<i>Cryptantha limensis</i> I.M. Johnst
	<i>Heliotropium pilosum</i> Ruiz & Pav.
Cactaceae	<i>Cleistocactus acanthurus</i> (Vaupel) D.R. Hunt
	<i>Haageocereus limensis</i> (Salm-Dyck) F. Ritter
	<i>Haageocereus multangularis</i> (Haw.) F. Ritter
Calceolariaceae	<i>Calceolaria angustiflora</i> Ruiz & Pav.
Caprifoliaceae	<i>Valeriana pinnatifida</i> Ruiz & Pav.
Caryophyllaceae	<i>Drymaria paposana</i> var. <i>weberbaueri</i> (Muhl.) Duke
Euphorbiaceae	<i>Andracime microphylla</i> (Lam.) Baill.
	<i>Cistanthe lingulata</i> (Ruiz & Pav.) Hershkovitz
	<i>Cistanthe paniculata</i> (Ruiz & Pav.) Carolin ex Hershkovitz
Loasaceae	<i>Mentzelia scabra</i> subsp. <i>grandiflora</i> (Ruiz & Pav. ex G. Don) Weigend
Montiaceae	<i>Calandrinia alba</i> (Ruiz & Pav.) DC.
Solanaceae	<i>Exodeconus postrastus</i> (L'Hér.) Raf.
	<i>Nicotiana paniculata</i> L.
	<i>Nolana humifusa</i> (Gouan) I.M. Johnst.

FUENTE: Modificado de Trinidad *et al.* (2012)

2.2. DIVERSIDAD ECOLÓGICA

La diversidad ecológica puede ser medida de muchas formas ya que involucra a la diversidad de hábitats, diversidad de comunidades, amplitud de nichos, etc. Cuando la diversidad ecológica es medida en términos de la diversidad de especies, esta reúne los conceptos de riqueza y abundancia como componentes que nos permiten describir la heterogeneidad de un sistema biológico (Magurran 1989). La riqueza se refiere al número total de especies en un tiempo definido (Melic 1993), abarca la totalidad de organismos vivos e incluye la variabilidad genética entre individuos y la diversidad de ecosistemas de los que forman parte (Jiménez-Sierra *et al.* 2010); en tanto que la abundancia indica el número de individuos existentes y la distribución de esta representa la dominancia. Terradas (2015) menciona que la complejidad y el grado de organización de los ecosistemas están relacionados con la diversidad ecológica. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) a través de su Directora General, la Sra. Irina Bokova, en el año 2017, en un mensaje realizado con motivo del Día Internacional de la Diversidad Biológica, destaca la importancia de la diversidad y menciona que es un requisito indispensable para los ecosistemas resilientes y que es necesaria para la humanidad.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) destaca la biodiversidad de 12 países: Australia, Brasil, Costa Rica, Colombia, China, Ecuador, Nueva Guinea, México, Indonesia, Kenia, Papúa y Perú; a los cuales ha denominado países “megadiversos”. Estos 12 países se encuentran, en su mayoría, en zonas tropicales de Asia y América concentrando el 70 por ciento de las especies del planeta aun cuando solo en conjunto poseen el 10 por ciento de la superficie terrestre (Jiménez-Sierra *et al.* 2010).

El Perú, como ya se mencionó, posee una diversidad valiosa tanto en flora como en fauna, esto se debe a la gran cantidad de ecosistemas con los que cuenta como resultado de su ubicación privilegiada sobre el planeta. En el año 2003, se describe que el Perú posee 2 000 especies de peces (continentales y oceánicos) representando el 10 por ciento del total de peces a nivel mundial; de la misma manera, cuenta con al menos

25 000 especies de plantas (10 por ciento a nivel mundial) siendo endémicas el 30 por ciento y ocupa el primer puesto en mariposas (Brack 2003).

Tabla 2: Número de especies de flora y fauna del Perú en los años 1990, 1999, 2004, 2005, 2006 y 2010

Fauna y Flora	1990	1999	2004	2005	2006	2010
Total	20611	25840	21462	21464	21520	23008
Anfibios	251	352	379	381	411	415
Reptiles	297	360	383	383	387	400
Aves	1703	1756	1822	1822	1827	1831
Mamíferos	361	472	462	462	462	507
Peces Continentales	855	900	855	855	855	855
Angiospermas y Gimnospermas	17144	22000	17561	17561	17578	19000

FUENTE: INEI 2016.

Tal como se puede apreciar en la Tabla anterior, en su mayoría, el número de especies reportadas ha ido en aumento como en el caso de las aves, las cuales, para el año 1990, eran 1703 especies registradas mientras que, para el año 2010, las especies reportadas ascienden a 1831 de las cuales 118 son endémicas (INEI 2013). Esto ubica al Perú en el puesto número dos de países con mayor número de especies de aves a nivel mundial (MINAM 2009), encontrándose solo por debajo de Colombia.

2.3. AVES DEL PERÚ

Las aves del Perú han sido estudiadas desde el año 1779, fecha en la cual se registra la primera recopilación sistemática sobre aves peruanas realizada al norte del Perú (Trujillo) por el Obispo Baltazar Jaime Martínez Compañón y Bujanda. Desde allí, numerosos investigadores como Dessaline d’Orbigny, Francis-Louis de Castelnau, Juan Jacobo Von Tschudi, Ladislaw Taczanowski, Konstantin Jelski, Antonio Raimondi y más recientemente John P. O’Neill, Theodor A. Parker III, Thomas S. Schulenberg, Douglas F. Stotz y Daniel Lane; entre otros, han ido contribuyendo con el conocimiento de las aves en el Perú y han destacado su importancia (Franke 2007).

Tal como se puede apreciar en la siguiente figura, Perú es uno de los países con mayor número de especie de aves albergando más de 1800 especies compartiendo similar número con países como Colombia y Brasil los cuales, debido a su ubicación geográfica

en la franja tropical cercana a la línea ecuatorial, tienen ecosistemas ideales para este taxón.

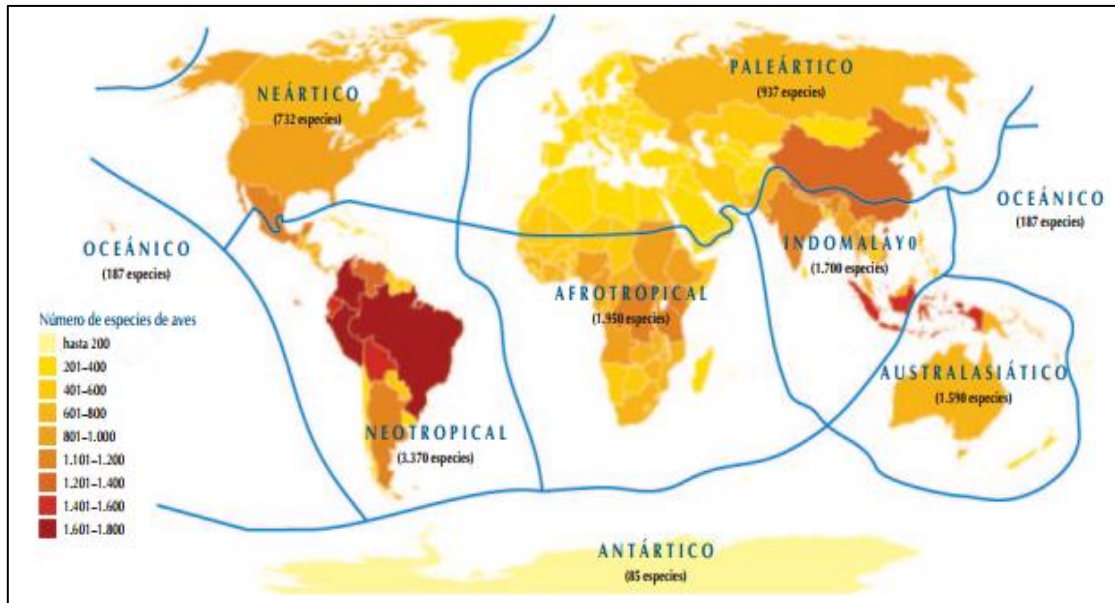


Figura 6: Distribución de las aves del mundo según el ámbito geográfico y el país
FUENTE: BirdLife International

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS AVES

Las aves son animales homeotermos cubiertos de plumas con una anatomía especializada para el vuelo que consta de fuertes músculos pectorales que permiten batir sus alas además de contar con huesos porosos que hacen su cuerpo más liviano. Cuentan con los sentidos de la vista y audición ampliamente desarrollados. Tienen el corazón dividido en dos ventrículos, su sistema digestivo cuenta con buche, proventrículo, molleja, intestinos y ciego; asimismo, su sistema respiratorio consta de tráquea, siringe, bronquios, pulmones y sacos aéreos. Cabe resaltar que el sistema respiratorio es muy diferente al de los mamíferos en cuanto a anatomía y fisiología. Todas las aves son ovíparas; es decir, completan su desarrollo embrionario en un huevo fuera de la madre. Las características fenotípicas de un ave como color de plumas, forma del pico y patas, largo de la cola o diseño corporal y topografía en general son caracteres importantes para su determinación taxonómica.

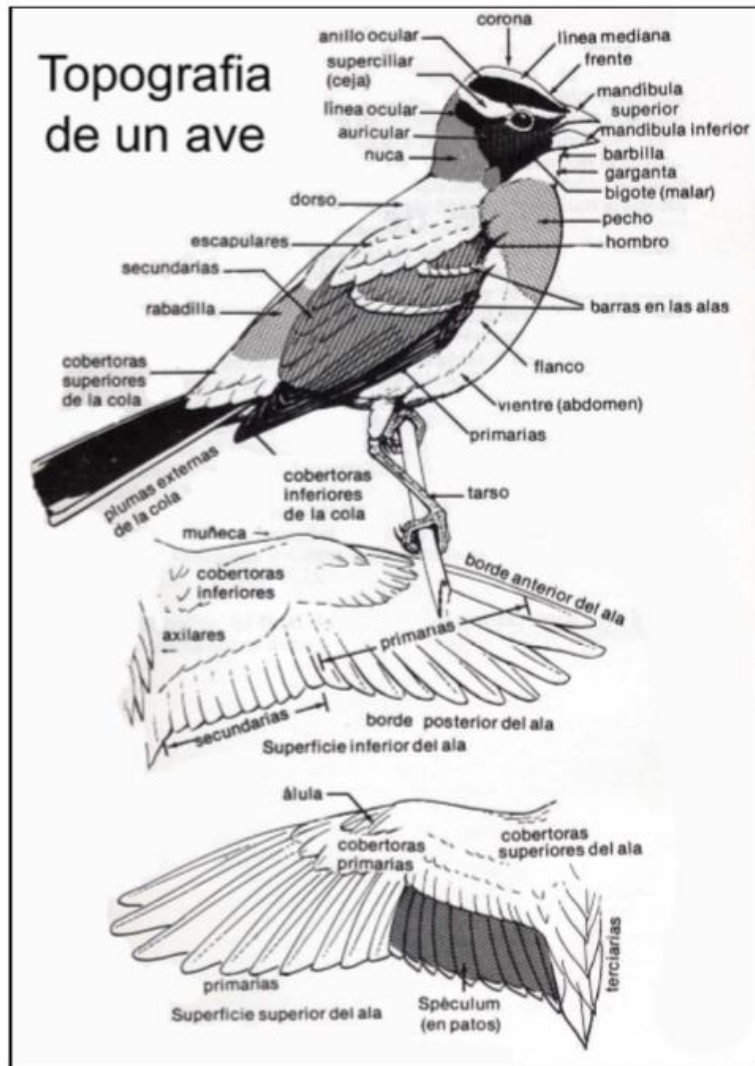


Figura 7: Topografía de ave usada para su descripción.

FUENTE: Ortega-Álvarez *et al.* (2012)

Dentro de la biología de las aves es importante destacar su comportamiento migratorio. Algunas aves son residentes por lo que es posible encontrarlas durante todo el año en un hábitat determinado, mientras que otras tienen comportamiento migratorio viajando ya sea para reproducirse, en busca de recursos necesarios para vivir o para encontrar mejores condiciones climáticas adecuadas para su nicho ecológico. Esta migración puede tener distancias largas que involucren países como distancias cortas desde un valle hacia una montaña (Duberstein y Caicedo 2010).

Otro aspecto a destacar de las aves son los servicios ecosistémicos que proveen ya que ellas son importantes polinizadores, se encargan de dispersar semillas y sirven como controladores biológicos conteniendo plagas. Algunas son sensibles a los cambios en el

medio siendo útiles como indicadores de la salud del ambiente (Ortega-Álvarez *et al.* 2012). Se han realizado estudios que comprueban el efecto negativo que tiene una atmósfera contaminada en la composición de sus poblaciones observando que los valores de índices de diversidad son mayores en áreas con atmósferas no contaminadas (Salgado *et al.* 1997). En este sentido, las aves vienen siendo usadas como bioindicadores de la calidad ambiental puesto que son suficientemente sensibles a los cambios que se generan en el medio además de estar presentes en casi toda la red trófica (Altamirano *et al.* 2002).

Las aves reportadas en las lomas de Villa María del Triunfo alcanzan las 20 especies según el Informe Técnico N° 1047-2013-AG-DGFFS-DGEFFS elaborado para reconocer a las lomas de Villa María del Triunfo como Ecosistema Frágil.

Tabla 3: Lista de especies de aves reportadas en el Informe Técnico N° 1047-2013-AG-DGFFS-DGEFFS

LISTA DE AVES - LOMAS DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO			
N°	Familia	Especies	Nombre Común
1	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja
2	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho de Pecho Negro
3	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Peruana
4	Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita Moteada
5	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda
6	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero de Pico Estriado
7	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza Terrestre
8	Trochilidae	<i>Rhodopsis vesper</i>	Colibrí de Oasis
9	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano
10	Furnariidae	<i>Geositta peruviana</i>	Minero Peruano
11	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Turtupilin
12	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical
13	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azul y Blanca
14	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Común
15	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	Calandria de Cola Larga
16	Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>	Cachirla Amarillenta
17	Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>	Pico de Cono Cinéreo
18	Thraupidae	<i>Phrygilus alaudinus</i>	Fringilo de Cola Bandeada
19	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión de Collar Rufo
20	Icteridae	<i>Sturnella bellicosa</i>	Pecho Colorado Peruano

FUENTE: MINAGRI (2013)

2.5. ÍNDICES DE MEDIDA DE DIVERSIDAD DE ESPECIES

Las comunidades biológicas están relacionadas con el medio dinámico donde se desarrollan exhibiendo numerosos comportamientos. Estos pueden manifestarse con cambios en la riqueza y abundancia de especies, los cuales pueden comprenderse mejor si se analizan a distintos niveles considerando la estructura del paisaje (Moreno 2001). La diversidad dentro de una unidad paisajística o hábitat que se considera homogénea se llama Diversidad Alfa, la diversidad a lo largo de una gradiente entre distintos hábitats se denomina Diversidad Beta y la diversidad entre regiones es considerada Diversidad Gamma (Sonco 2013).

Los métodos para evaluar la diversidad alfa pueden clasificarse en dos grupos en función de las variables biológicas que miden: 1) Métodos basados en la cuantificación de la riqueza específica y 2) Métodos basados en la estructura de las comunidades; es decir, los que evalúan la representatividad de cada especie como por ejemplo, la abundancia relativa (Moreno 2001). Los índices de abundancia relativa se encuentran relacionados con la abundancia real, razón por la cual su uso se hace eficiente y permite conocer la tasa de cambio de las poblaciones aun desconociendo el tamaño real de estas (Quinteros 2001). Es importante señalar que estos métodos son inexactos en el sentido de que no se acercan al valor real que intenta representar, sino que estiman un valor relacionado; de manera que el sesgo de inexactitud es parte del método, el mismo que debe aplicarse manteniendo este sesgo constante. Al mismo tiempo, al ser inexactos, los resultados de estos métodos solo son útiles si son comparados con resultados previos ya que por sí solos tienen escaso valor (Melic 1993); sin embargo, y tal como se verá más adelante, Ramírez (2005) menciona rangos para cada valor de ciertos índices de diversidad otorgándoles una interpretación biológica.

Moreno (2001) hace hincapié en la necesidad de utilizar índices de diversidad que permitan no solo estimar la riqueza de determinada comunidad sino también el valor de importancia del cambio en las abundancias de cada especie en tanto que las especies que son menos abundantes son más sensibles a las perturbaciones ambientales por lo que medir su abundancia relativa e identificar el cambio de esta es un indicador de procesos empobrecedores.

2.5.1. Métodos para evaluar la riqueza específica

a. Índice de diversidad de Margalef (D_{Mg})

Este índice indica la proporción existente entre el número de especies y el número de individuos reportados en una comunidad. Se interpreta como una estimación del número de especies presentes en función del número de individuos totales registrados. El mínimo valor que puede tomar es cero lo cual ocurre cuando se ha reportado una sola especie (Moreno 2001).

Ramírez (2005) establece rangos interpretativos con los cuales se puede dar cierta explicación a los valores del índice de Margalef con respecto a la diversidad.

Tabla 4: Interpretación de los rangos del índice de diversidad de Margalef

Rango	Característica
< 1	Muy baja diversidad
> 1 - 2	Baja diversidad
> 2 - 2.7	Diversidad media
> 2.7 - 3	Alta diversidad
> 3	Muy alta diversidad

FUENTE: Ramírez (2005)

b. Función de acumulación de especies

Método usado para analizar la riqueza específica. Al igual que el índice de Margalef, establece una relación entre el número de especies que existen en función del número de individuos reportados. La importancia de este método radica en que permite conocer el número de unidades muestrales necesarias para realizar una evaluación lo más completa posible considerando la mayoría de especies existentes en un determinado hábitat; es decir, permite conocer el esfuerzo de muestreo mediante Curvas de Acumulación de Especies (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Este esfuerzo se refiere al tamaño mínimo de la muestra que se ha de tomar en cuenta para que la composición de la comunidad de especies sea representada de forma adecuada (Ramírez *et al.* 2002).

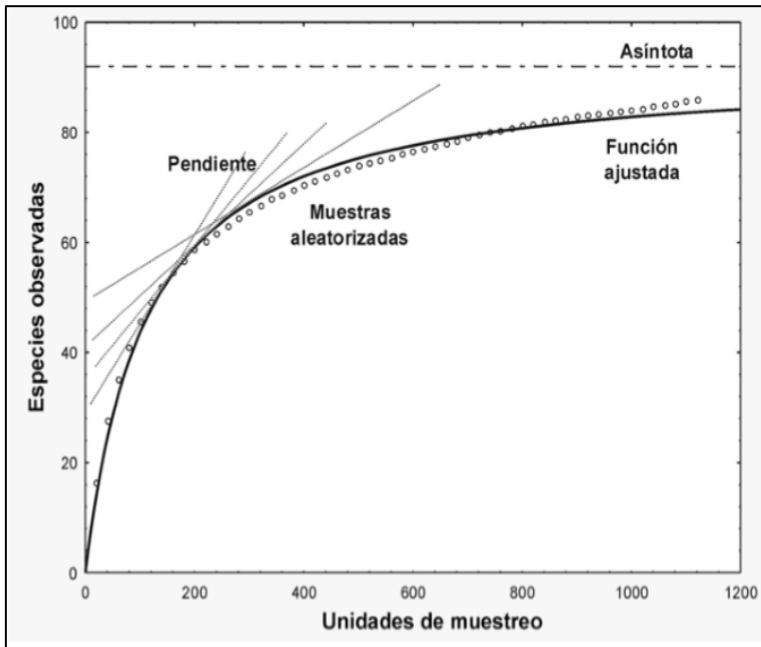
Como indica Jiménez-Valverde y Hortal (2003), al inicio de las evaluaciones biológicas es posible reportar principalmente especies comunes y más abundantes generando que los registros aumenten rápidamente lo cual se expresa en una curva de pendiente pronunciada. Mientras se avanza en la evaluación, los registros de nuevas especies se hacen cada vez más lentos y comienzan a aparecer especies poco comunes o raras debido a su escasa abundancia; como consecuencia de ello, la pendiente de la curva se hace cada vez menor hasta alcanzar, teóricamente, un valor de cero; valor que indica que todas las especies que son posibles de encontrar en el lugar de evaluación han sido inventariadas; es decir, el esfuerzo de muestreo está relacionado con la superficie en la cual, la curva comienza a ser horizontal (Ramírez *et al.* 2002) acercándose a la asíntota.

Para definir el esfuerzo de muestreo es necesario establecer la unidad de medida con la que se va a trabajar; puede ser: horas de observación, puntos de monitoreo o número de trampas, inclusive puede tomarse como unidad de muestreo una metodología que implique varios métodos de conteo. Definidas las unidades de muestreo, la construcción de la curva de acumulación prosigue añadiendo el número de especies nuevas encontradas por unidad de muestreo. El orden en que el que se ingrese esta información determina la forma de la curva, por lo que es necesario aleatorizar el orden de entrada de los datos de manera que se obtenga una curva que represente el promedio de especies pronosticado para los valores de todas las unidades muestrales. La predicción del número de especies se realiza eligiendo la función que describa mejor la curva de acumulación de especies. La elección del modelo se realiza teniendo en cuenta su ajuste a las comunidades de la especie evaluada y a la unidad de esfuerzo de muestreo determinada (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Existen casos en los que el área de estudio es relativamente pequeña y/o el taxón evaluado es conocido, esto ocasiona que la probabilidad de registrar una especie nueva, conforme aumente el número unidades muestrales, sea cada vez menor. Para estos casos se recomienda el uso del modelo de Dependencia Lineal siendo el caso más simple. Sin embargo, este modelo resulta ser efectivo en tanto que se asuman supuestos sobre la población, supuestos como que la muestra sea aleatoria, que las medidas sean independientes y que se ajusten a cierta distribución (normal); es decir, el modelo exponencial es un modelo paramétrico (Escalante 2003). El estimador de Chao 1 es un estimador no paramétrico basado en la abundancia de individuos, este considera el número de individuos presentes en una muestra, sobre todo toma en cuenta a las especies que están representadas por pocos

individuos (uno o dos). El modelo matemático de Chao 1 se expresa de la siguiente manera:

$$S_{est} = S_{obs} + F^2/2G$$

- Donde:
- S_{est} = Es el número de especies que deseamos conocer
 - S_{obs} = Número de especies observado en la muestra
 - F = Número de especies que están representadas por un individuo
 - G = Número de especies que están representadas por dos individuos



En el eje de las abscisas se encuentran las unidades de esfuerzo de muestreo mientras que en el eje de las ordenadas se encuentra el número de especies registradas para cada unidad de muestreo. La línea punteada representa la curva aleatorizada y la línea continua es la función modelo.

Figura 8: Ejemplo de una curva de acumulación de especies.

FUENTE: Jiménez-Valverde y Hortal (2003)

En la Figura 9 es posible observar un ejemplo de una curva de acumulación de especies. En ella se aprecia que hasta las 200 unidades muestrales la pendiente es pronunciada; esto debido a que las especies más comunes y abundantes aparecen añadiéndose rápidamente a la colección. A partir de allí, la pendiente de la curva comienza a decrecer debido a que el número de especies que ingresan a la lista es cada vez menor. Cuando se alcanzan las 600 unidades muestrales el número de especies que se añaden por cada unidad de muestreo es mínimo. Cada esfuerzo de muestreo implica un gasto de recursos ya sea económicos o de tiempo; tomando en cuenta el ejemplo, es posible

realizar una evaluación bastante completa con un esfuerzo de muestreo de 600 unidades, por lo que evaluar un mayor número de unidades muestrales incrementaría el costo del estudio para poca retribución.

Jiménez-Valverde y Hortal (2013) recomienda realizar una prueba preliminar para determinar qué modelo de curva se ajusta mejor al taxón evaluado considerando el tipo de unidad muestral que se ha utilizado. Para realizar este análisis se debe observar el valor “ R^2 ” que representa el porcentaje de la varianza que es explicada por el modelo.

2.5.2. Métodos para evaluar la estructura comunitaria

a. Índice de Shannon – Wiener

Permite conocer el grado de incertidumbre de predecir a qué especie pertenecerá cualquier individuo extraído al azar del conjunto total de individuos. Este índice supone que todas las especies han sido representadas en la muestra y que todos los individuos han sido colectados de forma aleatoria, asimismo, considera tanto la riqueza de especies como la abundancia relativa de cada una (equidad); es decir, analiza el grado de importancia de cada especie (Moreno 2001). Es necesario tomar en cuenta que en este índice se asumen comunidades muy grandes por lo que, en comunidades donde la muestra es pequeña, la diversidad puede ser subestimada (Ramírez 2005).

Los resultados inician en cero, cuando existe una sola especie; es decir, el grado de incertidumbre de predecir a que especie pertenecerá cualquier individuo extraído al azar de la muestra es cero, denotando una diversidad baja. El valor máximo que puede tener este índice es el logaritmo de la riqueza y se dará cuando todas las especies sean igualmente abundantes. Cuando se usa el logaritmo en base del número neperiano; normalmente, el máximo valor es de 3.5 y rara vez, 4 (Sonco 2013). En muchos casos se usa el logaritmo en base dos para el análisis.

Es posible observar que los resultados de este índice pueden tener doble interpretación. Por un lado, explican la riqueza de especies del hábitat evaluado, mientras que por otro lado brindan información directamente relacionada con la abundancia de individuos por especie; razón por la cual se puede obtener un índice de diversidad de Shannon con el

mismo valor para una comunidad con alta equidad pero baja riqueza que para otra comunidad con baja equidad pero alta riqueza (Pimentel 2014). Por esta razón, los índices de diversidad alfa se reportan acompañados de índices de equidad de especies (Carmona-Galindo y Carmona 2013).

b. Índice de Simpson

También llamado Índice de dominancia de Simpson debido a que toma en cuenta las especies más importantes en función a su abundancia; es decir, está influenciado por las especies más dominantes (Moreno 2001). Proporciona un buen estimador de la diversidad aun cuando las muestras sean relativamente pequeñas lo que resulta una ventaja frente al índice de Shannon que asume muestras bastantes grandes (Sonco 2013).

Este índice tiene valores entre cero y uno, y mide la probabilidad de que dos individuos, al ser extraídos al azar del grupo total, pertenezcan a la misma especie; por lo que un valor cercano a cero se interpretaría como una riqueza alta mientras que un resultado cercano a uno se interpreta como una riqueza baja.

Al igual que el índice de Shannon, este índice puede tener doble interpretación, tal cual lo presenta Figueroa (2014) por lo que se hace necesario que su resultado se acompañe de un índice de equidad.

Tabla 5: Interpretación de los rangos del índice de diversidad de Simpson

Rango	Característica
0 - 0.5	Muy baja diversidad o muy alta dominancia
> 0.5 - 0.7	Baja diversidad o alta dominancia
> 0.7 - 0.8	Diversidad y dominancia media
> 0.8 - 0.9	Alta diversidad o baja dominancia
> 0.9 - 1	Muy alta diversidad o muy baja dominancia

FUENTE: Ramírez (2005).

c. Índice de Pielou

Índice usado para medir la equidad de una comunidad por lo que detecta aquellas especies que por su abundancia son dominantes sobre otras. Varía entre cero y uno; cero cuando existen especies muy dominantes, es decir, existe una baja equidad en la

comunidad, mientras que un valor de uno indica que todas las especies están igualmente distribuidas en función a su abundancia (Carmona-Galindo y Carmona 2013). La equidad a través de índices siempre debe de ser analizada junto con los índices de diversidad con la finalidad de que se pueda dar la interpretación correcta (Melic 1993).

2.6. CALIDAD AMBIENTAL

El Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana elaborado por el Ministerio de Ambiente (MINAM) define al Ambiente como «(...) conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia» (MINAM 2012); es decir, se refiere al componente abiótico de los ecosistemas. En ese sentido; para poder entender lo que significa calidad ambiental, es necesario comprender la naturaleza de los ecosistemas.

El mismo glosario de términos anteriormente mencionado define a la *Calidad Ambiental* como una «Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico» (MINAM 2012). En la definición anterior, la frase “condición de equilibrio natural” se encuentra relacionada con el concepto de homeostasis; sin embargo, el medio se encuentra en constante dinamismo y está sujeto a perturbaciones que pueden modificar el estado del ambiente dependiendo de su resiliencia. Esta se define como la capacidad que posee un sistema para absorber perturbaciones sin que se vea afectada, de forma significativa, su estructura y función retornando a su estado original luego de la perturbación (Pimentel 2014); sin embargo, los sistemas ecológicos no solo tienen un solo estado estable sino que poseen múltiples estados estables alternativos preexistentes (Beisner *et al.* 2003) entre los cuales fluctúan debido a las perturbaciones generadas por la estocasticidad ambiental. Considerando lo anterior, un ecosistema no siempre retorna a su estado original luego de una perturbación, sería así si la resiliencia de los ecosistemas fuera ingenieril; convendría aclarar que la resiliencia de los sistemas biológicos es más una resiliencia ecológica donde el retorno luego de una perturbación no siempre es a un estado idéntico previo a dicha perturbación (Sanchez y Quinteros 2017). Tal como

menciona Beisner (2003) es necesario considerar el tamaño de las perturbaciones; pues, solo si estas son lo suficientemente grandes, serán capaces de ocasionar que el sistema pase a un nuevo estado alternativo donde se mantendrá hasta que otra gran perturbación logre vencer la resistencia del ecosistema al cambio. Estos estados están determinados por los valores de las variables que se usan para describir al sistema los cuales condicionan su comportamiento estable (Beisner *et al.* 2003); estos múltiples comportamientos (denominados estados de equilibrio) que pueden convertirse en el estado futuro de un ecosistema y que se encuentran condicionados por los valores de las variables que lo definen, se denominan Atractores (Pimentel 2014).

No existe un solo atractor hacia el cual podría dirigirse un ecosistema por lo que las perturbaciones que generan esas direcciones hacia los distintos atractores, lejos de ser consideradas negativas, pasan a ser admitidas como parte del comportamiento natural de la dinámica de los ecosistemas; en ese sentido, un sistema que cuenta con múltiples atractores y estados futuros debe tener suficiente resiliencia para resistir perturbaciones pero no tanta que evite su capacidad de evolucionar hacia esos estados futuros (Sánchez y Falero 2015). En efecto, y dado que las perturbaciones no solo son de carácter natural sino también antropogénico, lo que convendría sería promover aquellas perturbaciones que direccionen a los ecosistemas hacia estados deseados y evitar aquellas que conlleven a la pérdida de su funcionalidad ecológica.

Calidad ambiental entonces se podría definir como aquel estado del ecosistema definido en un espacio y tiempo en el cual manifiesta un equilibrio natural entre las variables que lo definen con una tasa de resiliencia tal que le permita soportar perturbaciones y a la vez mantener su capacidad de evolucionar sosteniendo su funcionalidad ecológica. Desde ese punto de vista, se entiende que los ecosistemas; al no mantenerse en estados estacionarios, no tienen un solo estado de *calidad ambiental* sino que estos varían en el tiempo; además, se debe considerar que no es posible definir la calidad ambiental analizando una sola variable componente del ecosistema. De la misma manera, tampoco es posible definir la *calidad ambiental* analizando todas las variables que componen el ecosistema por separado o juntas como componentes de una suma algebraica; es necesario tener en cuenta conceptos como “emergencia” y “sorpresa” los cuales toman importancia cuando las distintas variables que componen el ecosistema interactúan dando lugar al nacimiento de nuevos procesos y características (Pimentel 2014). En ese

sentido, Sánchez y Quinteros (2017) mencionan que ninguna variable es superior a otra, sin embargo, la aparición de los diferentes estados alternativos de un ecosistema están relacionados a algunas variables en particular las cuales son consideradas variables clave.

Otros autores definen a la *calidad ambiental* en función de la capacidad que tiene el ambiente para proveer beneficios que conlleven a la mejora de la calidad de vida de las comunidades humanas conceptualizando al ambiente en el marco del bienestar de las personas (Belkis 2004). Esta forma de conceptualizar al ambiente exige tomar en cuenta aspectos del medio no solo bióticos y abióticos en términos ecológicos sino los relacionados con la cultura y la economía. Sin embargo, esta definición no contempla el hecho de que la mejora de la calidad de vida de las personas sea, en suma, la que se encuentre deteriorando la *calidad ambiental* (Celemín 2007).

2.7. ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)

Según la Real Academia de la Lengua Española (RAE), la definición del término “estándar” (comportándose como adjetivo) quiere decir «*que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia*»; de igual manera, la RAE define el término “calidad” como una «*propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo que permiten juzgar su valor*». Dadas estas definiciones es posible colegir que un *Estándar de Calidad Ambiental* es un patrón de referencia que sirve para juzgar las propiedades inherentes al ambiente; en ese sentido, se debe de considerar que para poder emitir un juicio de valor se debe tener presente qué es lo que está siendo calificado como bueno o malo y para quienes lo es. Para el MINAM (2012) el “estándar de calidad ambiental” se define como «*estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente*». Se entiende; por tanto, que la definición que utiliza el MINAM de “estándar de calidad ambiental”, considera que si las concentraciones de las sustancias tomadas en cuenta para definir tales patrones estándares superan el nivel definido; no solo representaría un riesgo para la salud de las

personas sino que también representaría un riesgo para la “salud” del ambiente. Tal afirmación será discutida más adelante.

2.7.1. Estándar de Calidad Ambiental para Aire (ECA)

El MINAM es el ente rector en materia ambiental. Dentro de sus funciones tiene la responsabilidad de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y los Límites Máximos Permisibles (LMP). En el año 2001, a través del Decreto Supremo N° 074 – 2001 PCM (Presidencia del Consejo de Ministros), se aprueban los ECA para el factor aire en el cual se consideran los siguientes parámetros para definir su calidad: dióxido de azufre (SO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), plomo (Pb) y material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM₁₀) y 2.5 micras (PM_{2.5}) teniendo en cuenta que las concentraciones estándar para los parámetros de plomo y sulfuro de hidrógeno no fueron establecidas (PCM 2001).

En el año 2008, mediante Decreto Supremo N° 003 – 2008 MINAM, se aprobaron los ECA para aire donde se añaden al sistema de evaluación los parámetros de benceno e hidrocarburos totales expresados como hexano (HT). Cabe resaltar que en este decreto no se contemplan los parámetros de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), PM₁₀ ni plomo (Pb) y que los parámetros PM_{2.5} y dióxido de azufre (SO₂) tienen estándares con concentraciones más exigentes; sin embargo, el Decreto Supremo N° 003 – 2008 MINAM no deroga al Decreto Supremo N° 074 – 2001 PCM (MINAM 2001).

Tabla 6: Parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 003 – 2017 MINAM

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m3]	Criterios de evaluación	Modo de análisis(1)
Benceno (C6H6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO2)	24 Horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM2.5)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg)	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CAVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CAVAFS) o Espectrometría de absorción atómica de Zeema. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM10	Mensual	1.5	NE más de 24 veces al año	Método para PM10 (Espectrometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder

(1) o método equivalente aprobado

FUENTE: Modificado del Decreto Supremo N° 003 – 2017 MINAM

En el año 2017, se aprueba el Decreto Supremo N° 003 – 2017 MINAM en el cual se consideran todos los parámetros anteriormente mencionados usados para definir la calidad de aire con excepción de Hidrocarburos Totales el cual deja de ser considerado en el sistema de evaluación añadiéndosele el parámetro de mercurio gaseoso (Hg). Es

necesario señalar que el Decreto Supremo N° 003 – 2017 MINAM deroga a los decretos anteriores estableciendo niveles de concentración más exigentes para los parámetros de PM₁₀ Y PM_{2.5} (MINAM 2017) los cuales se ciñen a los niveles de concentración indicados en las «*Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*» elaboradas por la OMS (Organización Mundial de la Salud) las mismas que se han elaborado en términos de la salud de las poblaciones humanas.

2.7.2. Índice de Calidad del Aire (INCA)

El 14 de julio del año 2016, el MINAM a través de la Resolución Directoral N° 181 – 2016 MINAM, establece el Índice de Calidad de Aire (INCA) el cual ha sido definido en función del impacto en la salud de las personas que podrían generar los distintos niveles de calidad de aire. El objetivo de establecer el INCA es presentar a la población el estado actual de la calidad del aire de forma clara y de una manera más entendible para la sociedad (MINAM 2016), dividiéndola en cuatro categorías diferenciadas por colores las cuales están íntimamente relacionadas con la concentración de los contaminantes en el aire correspondiéndole a cada categoría intervalos de concentración.

Tabla 7: Significado de colores según los valores del INCA para PM₁₀

CALIFICACIÓN	CUIDADOS	COLOR
BUENA	0 - 50	VERDE
MODERADA	51 - 100	AMARILLO
MALA	101 - VUEC	ANARANJADO
VUEC	>VUEC	ROJO

FUENTE: Resolución Directoral N° 181 – 2016 MINAM

Estos INCA se han establecido para los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, H₂S, O₃, y NO₂. A continuación se van a describir las relaciones entre las concentraciones de material particulado menor a 10 micras y 2.5 micras con los niveles de INCA correspondiente.

Tabla 8: Interpretación de las categorías de los niveles del INCA

CALIFICACIÓN	CUIDADOS
BUENA	La calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.
MODERADA	La población sensible (niños, tercera edad, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares) podría experimentar algunos problemas de salud.
MALA	La población sensible podría experimentar problemas de salud. La población en general podría verse afectada.
UMBRAL DE CUIDADO	La concentración del contaminante puede causar efectos en la salud de cualquier persona y efectos serios en la población sensible tales como niños, ancianos, madres gestantes, personas con enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y cardiovasculares.

FUENTE: Resolución Directoral N° 181 – 2016 MINAM (2016)

La fórmula usada para establecer los intervalos del INCA en función de la concentración PM₁₀ en el medio es:

$$I (PM_{10}) = [PM_{10}] * 100/150$$

Donde “I” es el INCA y “[PM₁₀]” es la concentración de material particulado menor a 10 micras.

Tabla 9: Relación entre la concentración de PM₁₀ en el medio y el intervalo del INCA

MATERIAL PARTICULADO (PM₁₀) PROMEDIO EN 24 HORAS	
INTERVALOS DEL INCA	INTERVALO DE CONCENTRACIONES (µg/m³)
0 - 50	0 - 75
51 - 100	76 - 150
101 - 167	151 - 250
>167	>250

FUENTE: Resolución Directoral N° 181 – 2016 MINAN

De igual manera, la fórmula usada para establecer los intervalos del INCA en función de la concentración PM_{2,5} en el medio es:

$$I (PM_{2.5}) = [PM_{2.5}] * 100/25$$

Donde “I” es el INCA y “[PM_{2.5}]” es la concentración de material particulado menor a 2.5 micras.

Tabla 10: Relación entre la concentración de PM_{2.5} en el medio y el intervalo del INCA

MATERIAL PARTICULADO (PM_{2.5}) PROMEDIO EN 24 HORAS	
INTERVALOS DEL INCA	INTERVALO DE CONCENTRACIONES (µg/m³)
0 - 50	0 - 12.5
51 - 100	12.6 - 25
101 - 500	25.1 - 125
>500	>125

FUENTE: Resolución Directoral N° 181 – 2016 MINAM (2016)

2.8. CONTAMINACIÓN EN EL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO

América latina expresa una de las tasas de crecimiento poblacional más alta del mundo siendo el Perú y la ciudad de Lima; en su situación de ciudad capital, una de las más representativas de este hecho. Esto genera que las nuevas poblaciones se asienten en las laderas de los cerros de los distritos más alejados como Villa el Salvador o Villa María del Triunfo. Este crecimiento explosivo representa un reto para resolver la problemática ambiental que conlleva la urbanización y la industrialización (Miyashiro y Orejón 2015).

Entre los problemas ambientales por los que atraviesa el distrito de Villa María del Triunfo como la existencia de “puntos críticos” por el arrojado de residuos sólidos y la quema de desperdicios, destaca la contaminación del aire por la emisión de sólidos en suspensión generados por la actividad minera e industrial. Los efectos de la contaminación ambiental por el polvo de cemento de la fábrica Cementos Lima se hacen evidentes en estudios realizados donde se aprecia sus efectos sobre la población principalmente por el polvo produciendo irritaciones que afectan las vías respiratorias

(Rodríguez *et al.* 1994). Asimismo, la Municipalidad de Lima concluye, de acuerdo al Estudio de Saturación de Calidad de Aire en Lima Metropolitana y Callao, que el principal contaminante es el material particulado a través de los parámetros PM₁₀ y PM_{2,5} (MUNLIMA 2017); de igual forma, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) indica que estos contaminantes serían los más importantes (Pacsi 2016).

En el reporte urbano - ambiental realizado por Miyashiro y Orejón (2015), a través de la Institución no Gubernamental DESCO, se realiza encuestas en los distritos de Villa el Salvador y Villa María del Triunfo donde más de la mitad de los pobladores reconocen que la contaminación se produce por actividades industriales principalmente de las empresas PETROPERÚ y Cementos Lima, actualmente UNACEM.

Tabla 11: Barrios censados para el reporte Urbano – Ambiental de DESCO en el año 2015

DISTRITO	ZONAS	CÓDIGO	BARRIOS	LOTES	POBLACIÓN (hab.)
Villa María del Triunfo	El Paraíso	1	Edén del Manantial	353	1765
	Nueva Esperanza	2	Virgen de la Candelaria	114	570
	Virgen de Lourdes	3	Comité de Ampliación 5 Sur A	80	400
Villa el Salvador	Oasis de Villa	4	Grupo 3A	195	975
			Grupo 4A	209	1045
	Zona de Playas	5	Las Palmeras de Villa	101	505
			Valle de Jesús	262	1310
			Héroes del Cenepa	213	1065
TOTAL				1527	7635

FUENTE: Miyashiro y Orejón (2015)

El SENAMHI realiza reportes mensuales informando el estado de la contaminación atmosférica en distintos puntos de la ciudad de Lima incluyendo el distrito de Villa María del Triunfo para lo cual ha colocado una estación de monitoreo de calidad de aire en dicho distrito. La ubicación de la estación de monitoreo se encuentra en las coordenadas geográficas norte 8 654 306 UTM y este 291 077 UTM en la dirección Av. 26 de Noviembre s/n - Sector Nueva Esperanza (Parque Virgen de Lourdes).

2.9. FUNCIONES DE TRANSFORMACIÓN

Los ECAs asignan valores de referencia diferentes a cada parámetro los cuales describen la calidad de un factor del ambiente. Cada factor ambiental, ya sea aire, agua, suelo, etc., tienen valores referenciales (ECAs) distintos para cada uno de sus parámetros, de manera que cada análisis de comparación entre el parámetro y su valor de referencia ambiental se realiza de forma individual por lo que no es posible identificar aquellas variables que se encuentren más asociadas al estado del ambiente (Sanchez y Quinteros 2017). Transformando los valores heterogéneos en índices de calidad ambiental adimensionales a través de funciones de transformación es posible obtener valores homogéneos comparables y detectar aquellas que resultan más importantes por su mayor impacto. (Minguez *et al.* 2009).

Para definir el índice de calidad relacionado al valor de un determinado parámetro primero se ha de establecer la función de transformación adecuada representando en el eje de las abscisas el valor del parámetro ambiental medido y en el eje de las ordenadas, los valores del índice de calidad el cual se encontrará, por convención, entre cero y uno donde cero es considerado como la situación menos favorable mientras que un valor de uno representará la situación más óptima (Cotán-Pinto 2007). La función de transformación, entonces, queda descrita de la siguiente manera:

$$CA_j = f(M_j)$$

Donde CA, es el índice de calidad ambiental de un parámetro y M_j es la magnitud del impacto ocasionado.

Es importante señalar que las funciones de transformación se construyen de acuerdo a la realidad del medio en el cual se han de utilizar y de los impactos en el ambiente en particular. Méndez (2009) indica criterios que se han de tener en cuenta para la elaboración de las funciones de transformación. Las funciones que se han de utilizar corresponden a las elaboradas por el Instituto Batelle Columbus (Mendoza 2010) las cuales describen las variables ambientales de material particulado y diversidad de

especies. Estas han sido diseñadas según la realidad de Estados Unidos; sin embargo, Cotán-Pinto (2007) menciona que la adaptación a la realidad de otros medios no resulta difícil.

Las funciones de transformación pueden tener pendiente positiva o negativa dependiendo de la relación del impacto con la calidad del medio. En la Figura 11 se puede observar la función de transformación correspondiente a material particulado, la cual será utilizada para el presente trabajo. En ella se indica que hasta un nivel de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la calidad ambiental aumenta, para luego decrecer conforme aumenta la concentración de material particulado. La calidad ambiental se representa en el eje de las ordenadas, en el eje de las abscisas se expresa el promedio de la concentración media de las partículas sólidas en el aire en 24 horas durante tres días consecutivos expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En la Tabla 10 se observan las etiquetas correspondientes para los rangos del índice de calidad.

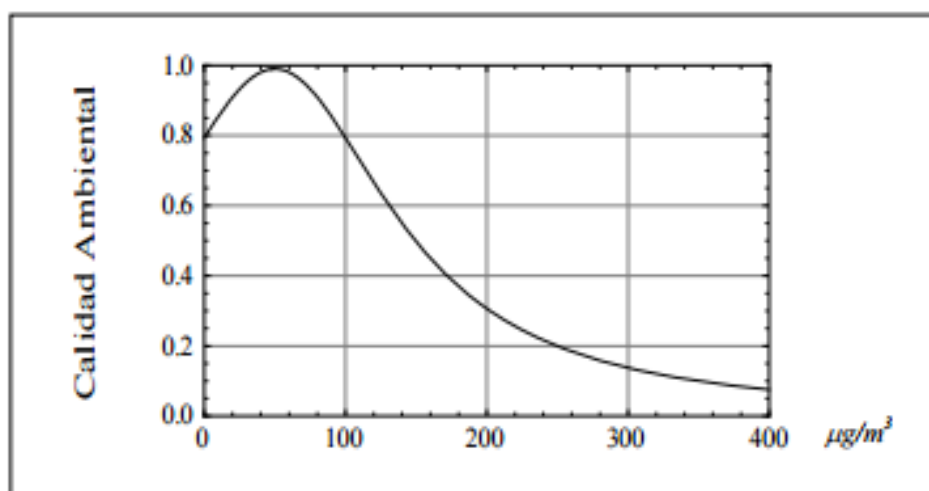


Figura 9: Función de transformación del indicador ambiental: Material particulado

FUENTE: Ferrer (2009)

Tabla 12: Descripción de los valores de ICA para Material Particulado

VALOR	ETIQUETAS	MAGNITUD
0 – 30	Aceptable	Muy Baja
31 – 54	Moderada	Baja
55 – 154	Notable	Aceptable
155 – 354	Elevada	Alta
> 335	Muy elevada	Muy Alta

FUENTE: Ferrer (2009)

La función de transformación que corresponde a diversidad de flora y fauna que se utilizará para el presente trabajo se puede observar en la Figura 12. La función tiene pendiente positiva; es decir, supone que un aumento del número de especies significa mayor calidad ambiental. Esta última función considera a la Calidad Ambiental en el eje de las ordenadas, mientras que, en el eje de las abscisas, se encuentra el indicador “Número de especies por mil individuos”. De igual manera, en la Tabla 11 se observan descripciones para cada rango del índice de calidad ambiental que describe esta función.

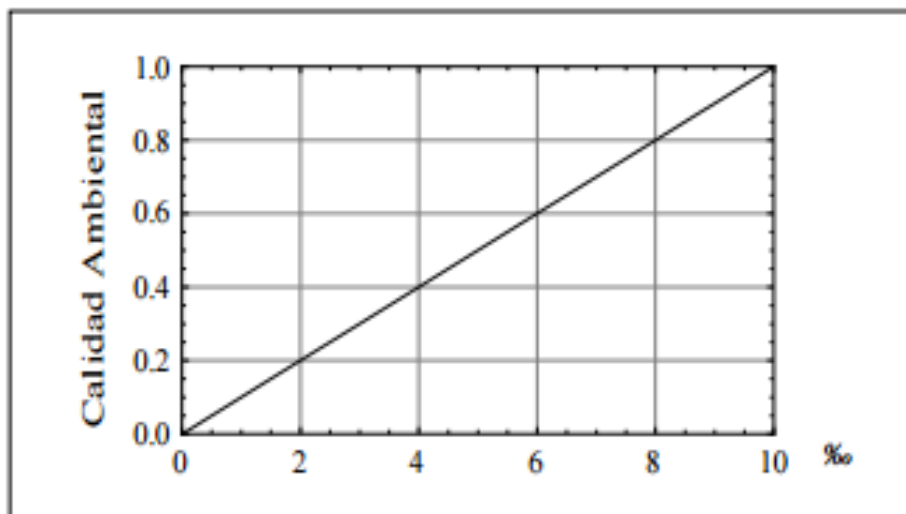


Figura 10: Función de transformación del indicador ambiental: Diversidad de Especies

FUENTE: Ferrer (2009)

Tabla 13: Descripción de los valores de ICA para diversidad de especies

VALOR	ETIQUETAS	MAGNITUD
0 – 2	Nula	Muy Alta
2 – 4	Aceptable	Alta
4 – 6	Moderada	Aceptable
6 – 8	Elevada	Baja
> 8	Muy elevada	Muy Baja

FUENTE: Ferrer (2009)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Lomas de Villa María del Triunfo (Lomas de Paraíso)

a. Ubicación

Las evaluaciones se llevaron a cabo a lo largo del circuito turístico de las Lomas de Paraíso (UTM 18L 290 876 S – 8 657 580 N) ubicado al sureste de la provincia de Lima en el sector José Carlos Mariátegui del distrito de Villa María del Triunfo en el departamento de Lima (Reyes 2015). Estas pertenecen a la región Lima, la misma que se encuentra en la Ecorregión Desierto del Pacífico (Brack y Mendiola 2000).

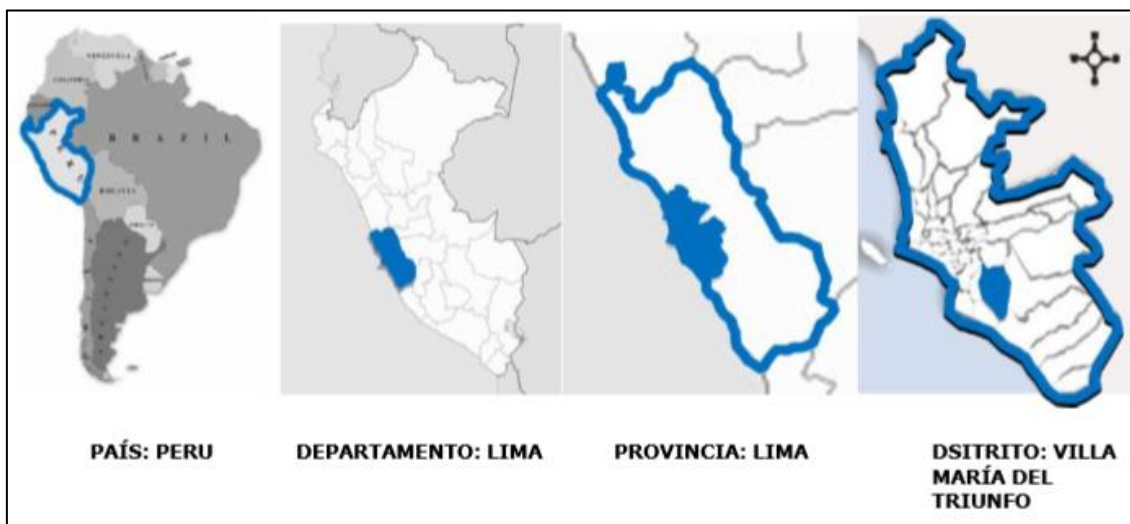


Figura 11: Macro ubicación del área de evaluación

FUENTE: Barrantes (2015)

El MINAGRI delimita a las Lomas de Villa María en su totalidad dentro del distrito de Villa María del Triunfo según la Resolución Ministerial N° 0401–2013–MINAGRI tal cual se puede observar en la siguiente figura.

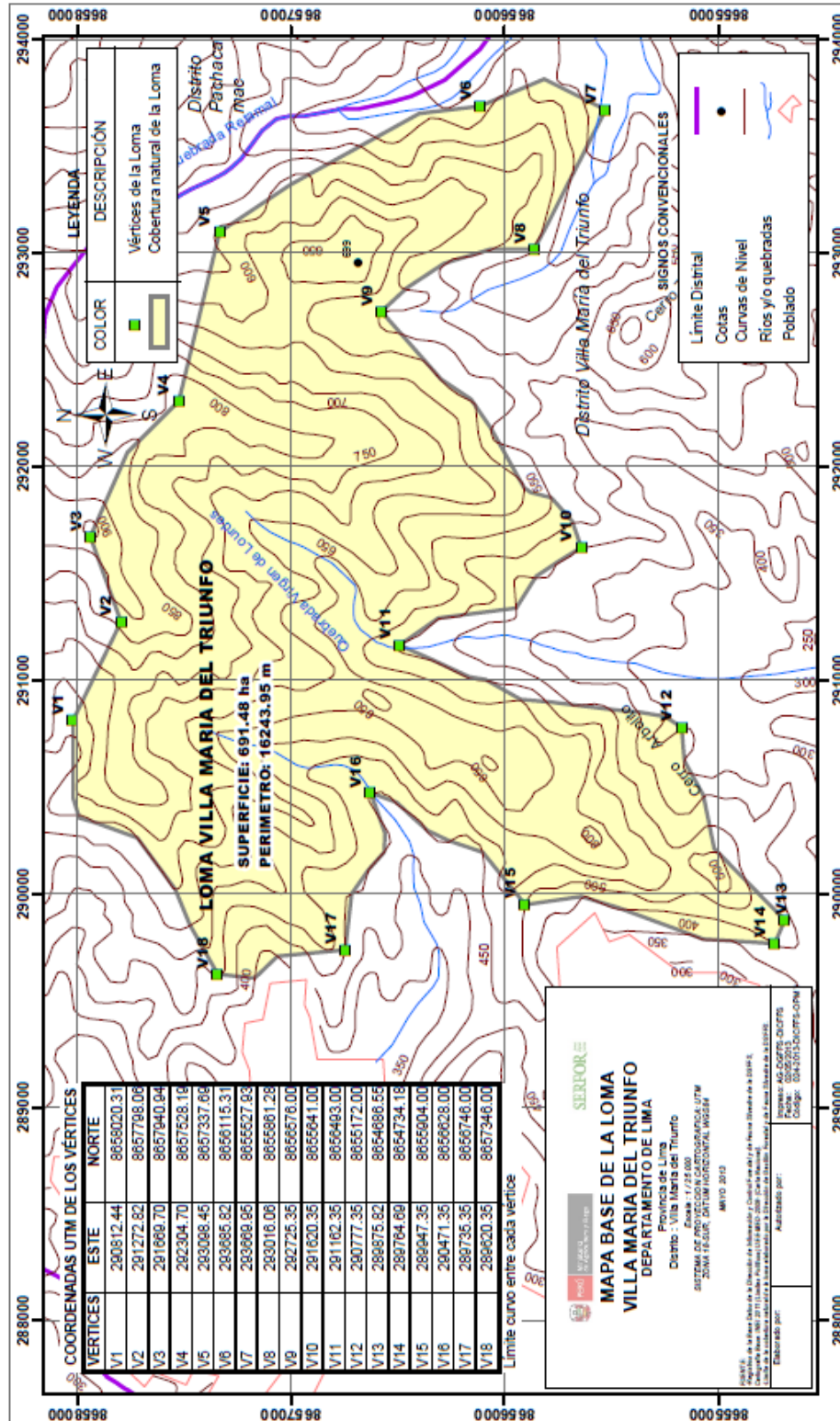


Figura 12: Mapa base de la loma de Villa María del Triunfo

FUENTE: Resolución Ministerial N° 0401 – 2013 – MINAGRI

b. Accesibilidad

Al distrito de Villa María del Triunfo es posible acceder usando el transporte público a través de la Línea 1 del Metro de Lima el cual recorre la Av. Pachacútec. Existen cinco estaciones en el distrito. Desde la estación María Auxiliadora se toma la Av. José Carlos Mariátegui para luego pasar a la Av. José Olaya y finalmente recorrer la Av. El Paraíso (Barrantes 2015). Este recorrido puede realizarse en transporte público o privado hasta cierto tramo de la Av. El paraíso; los último 100 metros; antes de llegar al ingreso a las lomas, deben de ser recorridos a pie.

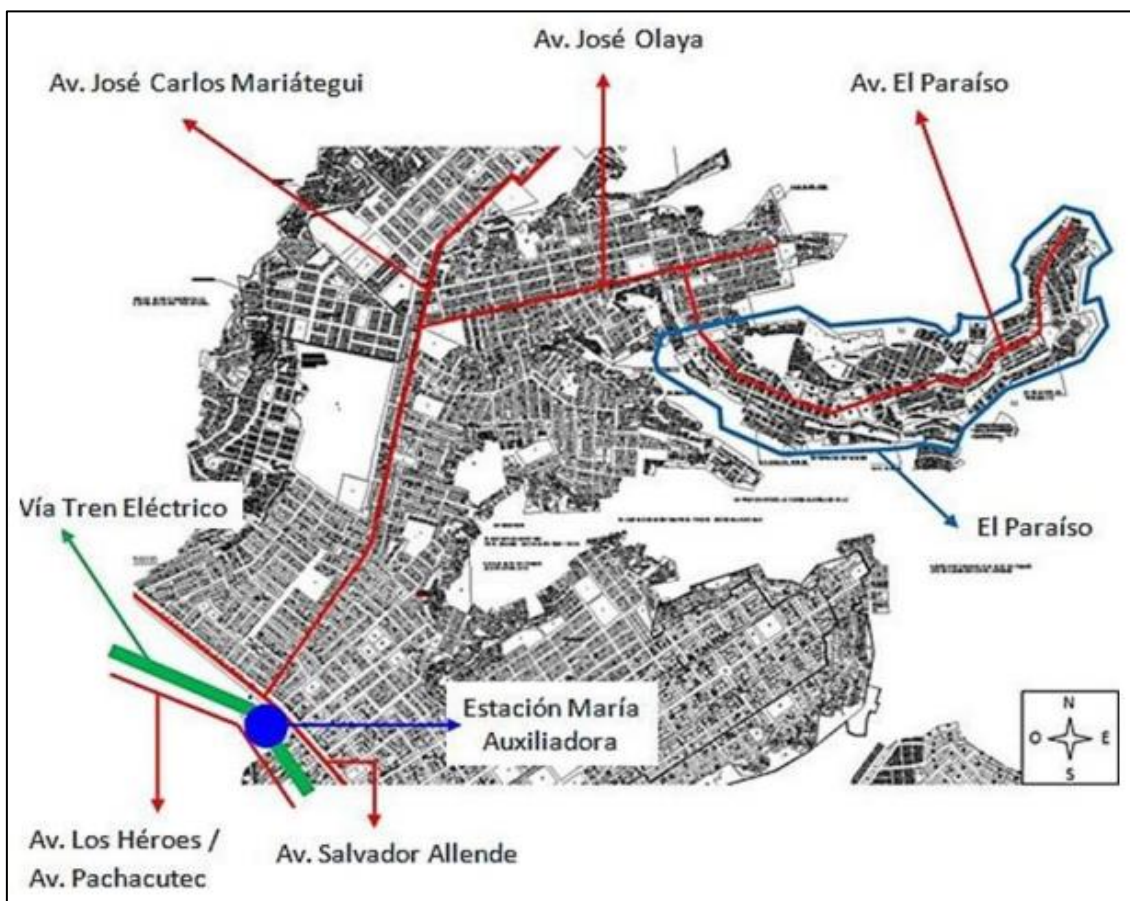


Figura 13: Mapa de accesibilidad a las lomas de Villa María del Triunfo
FUENTE: Barrantes (2015)

3.2. DISEÑO DE MUESTREO DE AVES

3.2.1. Operaciones de campo

A inicios del mes de noviembre del año 2016, se realizó un monitoreo previo para determinar el esfuerzo de muestreo. La evaluaciones fueron realizadas de manera mensual entre diciembre del 2016 y noviembre del 2017 obteniéndose doce jornadas de evaluación cubriendo la temporadas seca y húmeda. En cada monitoreo se hicieron evaluaciones entre las 6:00 am y las 9:00 am dado que es el periodo de mayor actividad de aves diurnas (Ortega-Álvarez *et al.* 2012); sin embargo, en algunos casos la neblina no permitió realizar los monitoreos en el horario establecido por lo que, en los meses con mayor, neblina las evaluaciones se extendieron hasta aproximadamente las 11:00 am. Los conteos fueron realizado por dos personas: un observador y un anotador con experiencia previa; los cuales se mantuvieron a lo largo de todo el monitoreo; esto para disminuir el error muestral por efectos del observador (John *et al.* 1996).

En las evaluaciones se obtuvieron datos de la abundancia de individuos por especie de aves al interior de una comunidad que corresponde a una estructura homogénea por tratarse del ecosistema particular de lomas, obteniéndose así datos de la diversidad alfa (Moreno 2001).

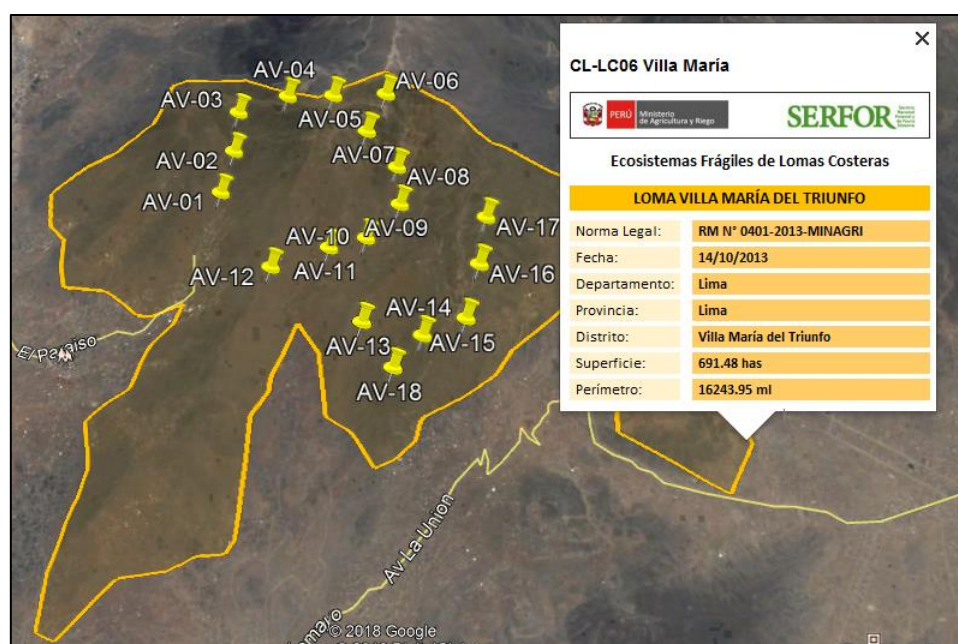


Figura 14: Ubicación de puntos de monitoreo iniciales.

FUENTE: Google Earth (2018)

La metodología aplicada en las evaluaciones fue la de puntos de monitoreo por conteos extensivos. En la primera evaluación se ubicaron 18 puntos de monitoreo repartidos en zona cercanas a lo largo del sendero del circuito turístico de la Loma de Paraíso y en zonas donde se observaba la potencialidad de la existencia de aves tomando como criterio la cobertura vegetal de manera que se cubriera la mayor superficie posible (John *et al.* 1996). Cabe resaltar que el número de puntos de monitoreo final fue 13. Los puntos se separaron una distancia aproximada de 250 metros para evitar que las aves fueran contabilizadas dos veces. Cada punto de monitoreo fue evaluado durante diez minutos iniciando la evaluaciones luego de cinco minutos desde la llegada de los evaluadores para disminuir la perturbación ocasionada. Se contabilizaron todas las aves alrededor del punto de monitoreo; tanto las que sobrevolaban como las que se encontraban en reposo hasta dentro de un radio de 25 metros aproximadamente tomando como referencia un elemento propio del ecosistema como árboles o rocas que pudieran ser visualizadas a esa distancia debido a que la neblina característica de este ecosistema en periodo húmedo no permitió evaluar un mayor radio.

Cada punto fue georreferenciado de manera que pueda asegurarse la repetición de las evaluaciones en los mismos puntos, asimismo, se anotaron en una libreta de campo el día, la hora de inicio y fin de monitoreo, la codificación del punto de monitoreo, la especie avistada o sus características que permitieran la identificación, número de individuos así como elementos del clima que influyesen en la evaluación como la presencia de neblina, nubosidad, etc.

3.2.2. Operaciones de gabinete

a. Determinación del esfuerzo de muestro

El número de especies que es posible encontrar en las lomas de Paraíso ha sido determinado por el Ministerio de Agricultura en el Informe Técnico N° 1047-2013-AG-DGFFS-DGEFFS (MINAGRI 2013); con esa información previa, se realizó un monitoreo inicial en los primeros días del mes de noviembre, donde se evaluaron un total de 18 puntos de monitoreo (Anexo 1) con los cuales fue posible determinar el esfuerzo de muestro necesario para evaluar todas la especies propias del ecosistema en consideración (lomas) obteniendo un inventario más confiable (Jiménez-Valverde y

Hortal 2003) donde; en cada punto de monitoreo, se contabilizaría el número de especies reportadas prestando importancia a las veces en que aparecía una especie nueva.

Previo a la salida de campo, para determinar el esfuerzo de muestro necesario, se decidieron las unidades de muestreo a medir. Para efectos de lograr los objetivos del presente estudio, se consideró como unidad de muestreo a cada punto de monitoreo evaluado tomando en cuenta el tiempo de muestreo requerido (diez minutos) según lo sugerido por Jiménez-Valverde y Hortal (2003).

Para construir la curva de acumulación de especies fue necesario el uso del programa StimatS versión 8.2; ya que la curva de acumulación de especies puede variar dependiendo del orden de presentación de los datos. Se realizaron varias pruebas con diferentes funciones analizando el valor del “R²” de cada función para determinar el modelo que mejor describe los datos reportados determinando de esa forma el número de puntos de monitoreo necesarios para evaluar la riqueza y la abundancia de aves. La función que mejor describía a la muestra fue el modelo de Chao 1.

Posterior a la determinación del número de unidades muestrales se procedió a seleccionarlas de manera aleatoria usando la función “Aleatorio entre” del programa Microsoft Excel.

3.3. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA

Con los datos obtenidos en campo de la abundancia y la riqueza de especies de aves se determinó los valores de los índices de diversidad empleando los programas Past versión 3.17 y Microsoft Excel 2013.

Para determinar el índice de Margalef se empleó la siguiente formula:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde S: Número de Especies
N: Número de individuos

La expresión matemática para el índice de Shannon es la siguiente:

$$D(\text{Shannon}) = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Donde: P_i: Abundancia proporcional de la i-ésima especie
S: Número total de especies (Riqueza)
ln: Logaritmo neperiano

La expresión matemática que describe al índice de Simpson es de la siguiente manera:

$$D_{si} = \sum_{i=1}^s P_i^2$$

Donde: P_i: Abundancia proporcional de la i-ésima especie.
S: Número total de especies (Riqueza)

Sin embargo, convendría analizar la inversa del índice de Simpson de manera que un resultado cercano a cero se relacione con una riqueza baja y viceversa, evitando confusiones (Sonco 2013); por lo que la expresión matemática a usar sería de la siguiente manera:

$$D_{si} = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$$

La expresión matemática para el índice de Pieluo se describe de la siguiente manera:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde: $H' \max = \ln(S)$
S: número total de especies (Riqueza)
 H' = Valor del índice de Shannon

3.3.1. Identificación de Especies

En su mayoría, las especies de aves han sido identificadas en campo; sin embargo; las especies que no pudieron determinarse fueron descritas para su posterior identificación con apoyo de la guía de identificación “Aves del Perú” de Thomas S. Schulenberg (Schulenberg 2010). Para la descripción de las aves se usaron las características topográficas establecidas en el Manual para Monitores Comunitarios de Aves (Ortega-Álvarez *et al.* 2012).

3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR MATERIAL PARTICULADO (PM₁₀ Y PM_{2.5})

Para describir los niveles de contaminación generados por material particulado menor a 10 micras y 2.5 micras se recurrió a los boletines mensuales de vigilancia de la calidad del aire en Lima Metropolitana emitidos por SENAMHI entre los meses de diciembre 2016 y noviembre 2017. En ellos se visualiza el comportamiento de los contaminantes de forma horaria, diaria y mensual. De igual forma se recurrió a los Informes Técnicos de Estadísticas Ambientales emitidas por el INEI y al sistema INFO AIRE PERÚ del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) donde se difunde la información de calidad de aire de manera histórica; asimismo, en el Anexo N° 2 se podrá observar los resultados emitidos por la Dirección de Redes de Observación y Datos emitidos por el SENAMHI.

Los datos obtenidos se contrastaron con la norma ambiental peruana Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM «*Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*», asimismo, se compararon con los Valores del Índice de Calidad del Aire (INCA) establecidos por Resolución Ministerial N° 181–2016-MINAM con el cual se logró determinar si las concentraciones mes a mes

resultaban nocivas. Estas comparaciones se realizaron en tablas y gráficos elaborados en el programa Microsoft Excel 2013.

3.5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL EN TÉRMINOS DE MATERIAL PARTICULADO

La función de transformación usada para establecer el índice de Calidad Ambiental en términos del Material Particulado se presenta a continuación.

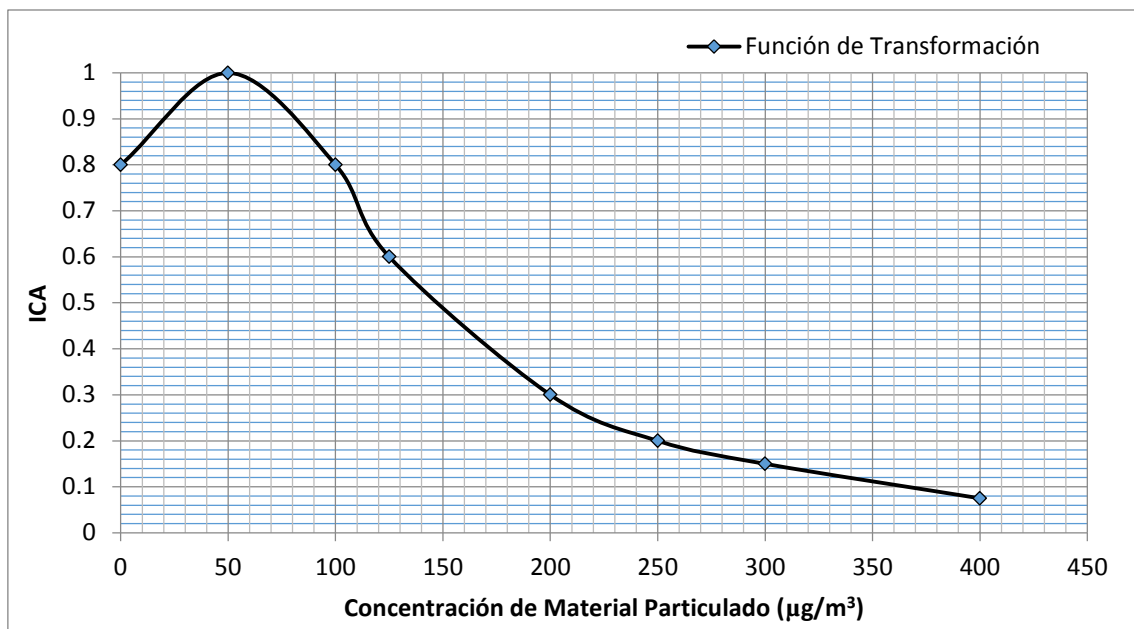


Figura 15: Función de transformación para material particulado – Atmósfera “Polvo en suspensión”

Para estimar el índice de calidad ambiental en términos del material particulado se utilizó la gráfica “Atmósfera: polvo en suspensión” usada en los criterios de evaluación ambiental del método Batelle Columbus. Esta función indica que hasta una concentración media de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ medida en 24 horas de material particulado, la calidad ambiental aumenta, para luego decrecer conforme aumenta la concentración de partículas. Con la información obtenida de los reportes ambientales se procedió a obtener el promedio para tres días exigido por la función de transformación de material particulado considerando al PM_{10} dado que este contiene a las partículas $\text{PM}_{2.5}$.

3.6. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL EN TÉRMINOS DE LA DIVERSIDAD DE AVIFAUNA

La función de transformación usada para establecer el índice de Calidad Ambiental en función del Material Particulado se presenta a continuación.

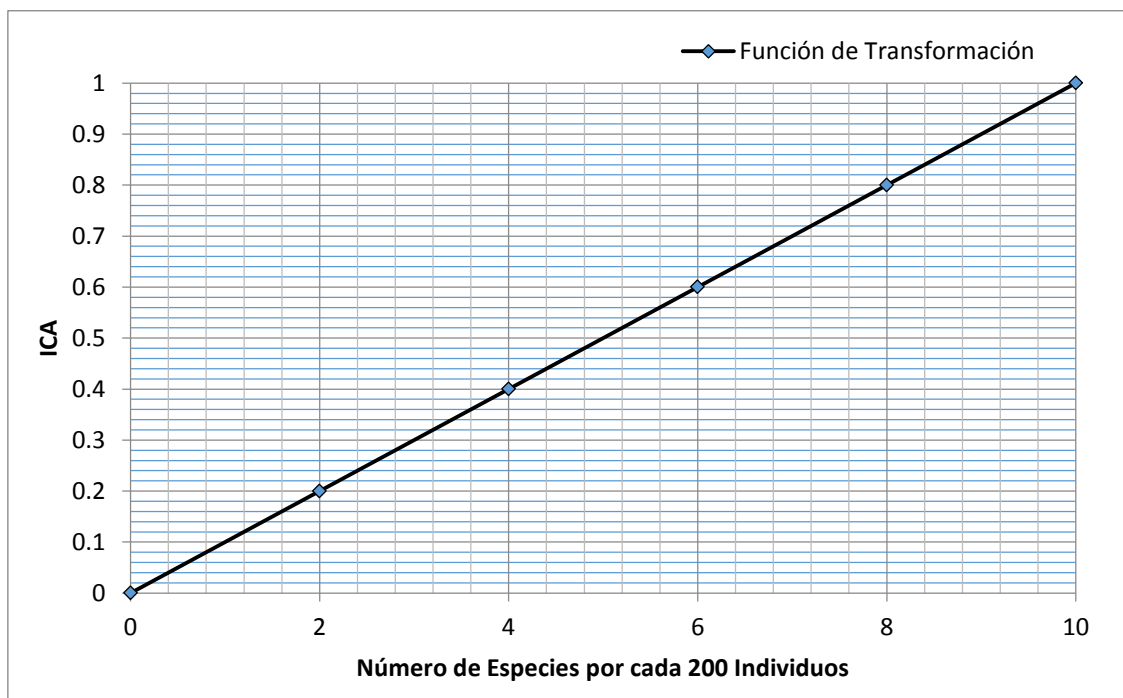


Figura 16: Función de transformación para diversidad de especies

El índice de Calidad Ambiental en términos de la diversidad de avifauna se calculó utilizando la gráfica “Habitats y comunidades terrestres: diversidad de especies” usada en los criterios de evaluación ambiental del método Batelle Columbus. La función tiene pendiente positiva; es decir, supone que un aumento del número de especies por cada mil individuos significa mayor calidad ambiental; sin embargo, se calculó en base a número de especies por cada 200 individuos dadas las abundancias registradas en las lomas de manera que la función se adecue a la realidad del hábitat evaluado.

3.7. MATERIALES PARA EVALUACIÓN DE CAMPO

Los materiales usados para llevar a cabo el presente trabajo se presentan a continuación.

- Libreta de campo.
- Lápiz.
- Borrador.
- Colores.
- Binoculares.
- GPS.
- Reloj – Cronómetro.
- Guía de identificación de Aves del Perú.
- Cámara fotográfica.

3.8. MATERIALES PARA EVALUACIÓN DE GABINETE

Se necesitará una computadora o laptop con conexión a internet y con los siguientes programas:

- Microsoft Office Excel 2013 o superior
- Microsoft Office Word 2013 o superior
- Past versión 3.17
- EstimateS versión 8.2

Asimismo, se requerirá de la guía de identificación del libro «*Aves De Perú*» de Thomas S. Schulenberg para la determinar las especies de aves avistadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. NIVELES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO – PM₁₀ Y PM_{2.5}

Los resultados obtenidos como promedio para tres días durante los meses de diciembre del año 2016 a noviembre del año 2017 para el parámetro PM₁₀ se pueden observar en la siguiente figura.

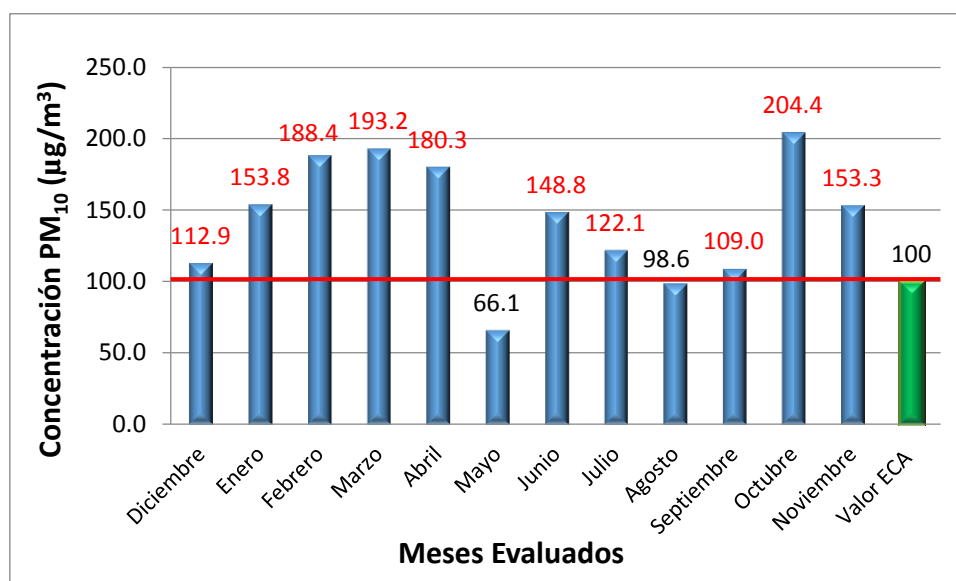


Figura 17: Concentración promedio correspondiente a tres días seguidos de cada mes entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del parámetro PM₁₀ en el distrito de Villa María del Triunfo.

FUENTE: SENAMHI (2018)

Dado que el Decreto Supremo N° 003–2017–MINAM establece como valor referencial una concentración de 100 µg/m³ como el Estándar de Calidad Ambiental de aire según las guías de la OMS, es posible observar que solo durante los meses de mayo y agosto

el promedio de las concentraciones de tres días seguidos en dichos meses se mantiene por debajo de lo sugerido por la norma peruana.

La OMS establece medidas guía de concentración de partículas en el aire por debajo de las cuales se mantiene un entorno saludable con el menor impacto sobre la salud humana. Es importante resaltar que en ellas, se indica que los parámetros y las concentraciones sugeridas usadas como niveles de comparación para determinar la calidad del aire (los cuales sirven para establecer los ECA de aire en la normativa peruana) tienen por objetivo principal orientar a las naciones la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud de las personas (OMS 2005); mas no se afirma que estos niveles de concentración, al ser superados, pongan en riesgo la “salud” o la integridad del ambiente. En efecto, en las *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre* no se menciona en alguna parte del texto que los niveles de concentración sugeridos; utilizados como patrones de comparación para establecer si el aire es de calidad o no, sean *Estándares de Calidad Ambiental* ya que estos se encuentran definidos en términos de la salud de las personas y no del ambiente. En ese sentido, se puede entender que el juicio de valor que usa la OMS para determinar si el aire es de calidad o no, es el efecto de los contaminantes sobre la salud de las personas; mientras que el juicio de valor que usa la normativa peruana no solo es el efecto de los contaminantes en el aire sobre la salud, sino que también el efecto de estos sobre la “salud” del ambiente, lo que resulta inadecuado ya que no se puede definir la calidad del ambiente en función de un solo parámetro. Dado que los valores patrones que la norma peruana usa para establecer los estándares de calidad para aire se basan en las guías elaboradas por la OMS, convendría, más bien, que la normativa peruana denomine a estos patrones “*Estándares de Salud Humana*” para la calidad de aire; y no “*Estándares de Calidad Ambiental*” de aire el cual sugiere que estos valores pueden representar de forma adecuada la calidad del ambiente describiendo un solo parámetro.

En ese sentido, los resultados indicarían (según el Decreto Supremo N° 003–2017–MINAM y la definición de Estándar de Calidad Ambiental que maneja el MINAM) que; en el periodo evaluado durante el año 2016 y 2017; la concentración de material particulado al superar los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no cumple con el ECA excediéndola y por lo tanto afecta no solo a la calidad de vida de las personas en términos de su salud sino que

también afectan al ambiente. Sin embargo, la OMS establece que al ser superado el valor referencial solo se pone en riesgo la salud de la población humana sin mencionar su efecto sobre la calidad del ambiente. Cabe resaltar que el efecto de ciertas concentraciones en el aire afectarían de distinta manera a las aves debido a que la estructura anatómica del aparato respiratorio es distinta.

En la Figura 19, es posible observar los resultados promedios para un día de las concentraciones de PM₁₀ en los días de evaluación. Los cuales se van a contrastar con los valores del INCA.

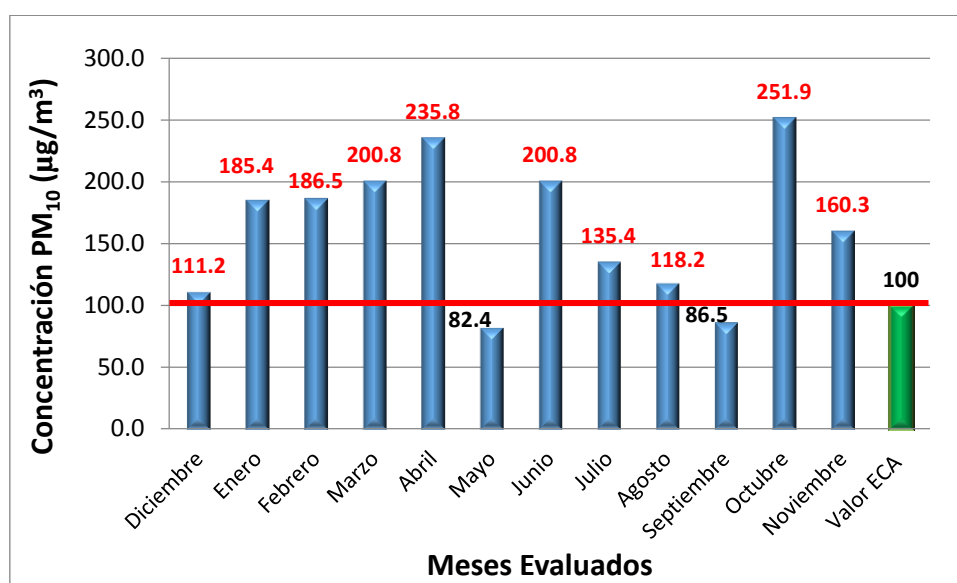


Figura 18: Concentración promedio correspondiente a un día del mes entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del parámetro PM₁₀ en el distrito de Villa María del Triunfo
 FUENTE: SENAMHI (2018)

Se observa que solo durante los meses de mayo y septiembre las concentraciones no supera el ECA establecido por el Decreto Supremo N° 003–2017-MINAM; es decir, en su mayoría, durante los días evaluados las concentraciones resultan nocivas. Según los valores del INCA, es posible observar que, estas concentraciones se encuentran dentro del intervalo que califica a la calidad de aire como “mala” e indica que la población sensible experimentaría problemas de salud afectando también a la población en general; inclusive, durante el mes de octubre, durante el día de evaluación, se alcanzó

una concentración promedio de 251.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ encontrándose en la categoría de “valor umbral de cuidado” por encima del cual toda la población se ve afectada.

Tabla 14: Valores de concentración de PM_{10} entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del distrito de Villa María del Triunfo contrastado con el intervalo de concentraciones del INCA

Año	Mes	Intervalo de Concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		0 - 75	76 - 150	151 - 250	>250
2016	Diciembre	-	111.2	-	-
2017	Enero	-	-	185.4	-
	Febrero	-	-	186.5	-
	Marzo	-	-	200.8	-
	Abril	-	-	235.8	-
	Mayo	-	82.4	-	-
	Junio	-	-	200.8	-
	Julio	-	135.4	-	-
	Agosto	-	-	118.2	-
	Septiembre	-	86.5	-	-
	Octubre	-	-	-	251.9
	Noviembre	-	-	160.3	-

FUENTE: SENAMHI (2018). MINAM (2016)

Durante los meses de diciembre del año 2016 y julio del año 2017, las concentraciones de PM_{10} se encuentran en la categoría de aire calificada como “moderada”; sin embargo, estas concentraciones superan el ECA establecido por el Decreto Supremo N° 003–2017-MINAM.

Los valores reportados para las concentraciones del parámetro $\text{PM}_{2.5}$ reportados durante el periodo de evaluación se presentan en la siguiente Figura.

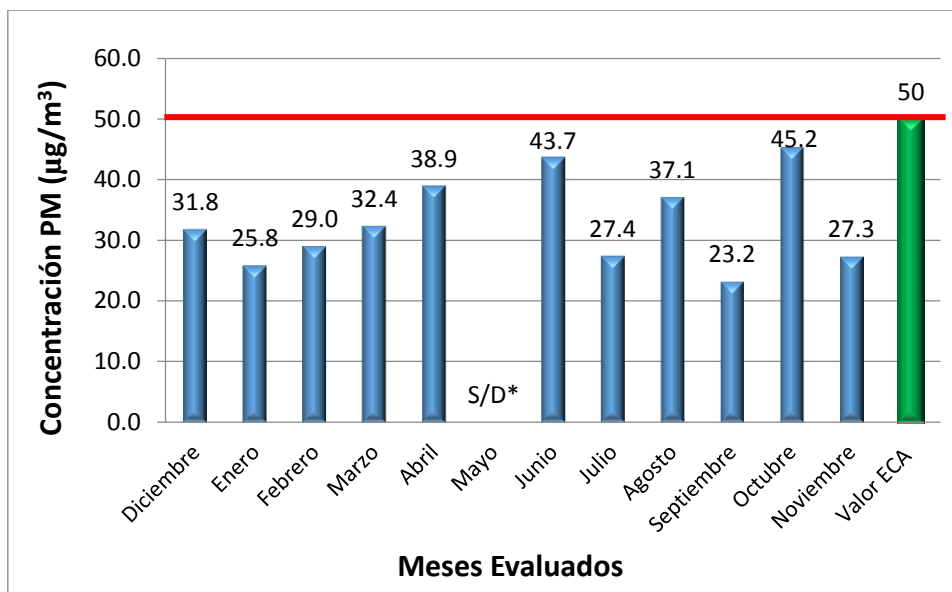


Figura 19: Concentración promedio correspondiente a un día del mes entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del parámetro PM2.5 en el distrito de Villa María del Triunfo

*Valor no reportado por SENAMHI durante el día de monitoreo.

FUENTE: SENAMHI (2018)

Con respecto a este parámetro, las concentraciones no exceden el valor de ECA establecido por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM en ninguno de los periodos evaluados. Según esto y considerando las definiciones de la normativa ambiental peruana, la calidad del aire es óptima y no significaría mayor riesgo para la salud de las personas ni para el ambiente. Sin embargo, tal cual se puede apreciar en la siguiente figura, cuando estos valores de concentración se contrastan con las categorías del INCA, todos se encuentran en la categoría de “mala”, solo la concentración promedio durante el día de evaluación correspondiente al mes de septiembre se encuentra en la categoría de moderada. Ambas categorías indican que tanto la población sensible como la población en general podrían verse afectadas.

Tabla 15: Valores de concentración de PM_{2.5} entre diciembre (2016) a noviembre (2017) del distrito de Villa María del Triunfo contrastado con el intervalo de concentraciones del INCA

Año	Mes	Intervalo de Concentraciones (µg/m ³)			
		0 - 12.5	12.6 - 25	25.1 - 125	>125
2016	Diciembre	-	-	31.8	-
2017	Enero	-	-	25.8	-
	Febrero	-	-	29	-
	Marzo	-	-	32.4	-
	Abril	-	-	38.9	-
	Mayo	-	-	S/D	-
	Junio	-	-	43.7	-
	Julio	-	-	27.4	-
	Agosto	-	-	37.1	-
	Septiembre	-	23.2	-	-
	Octubre	-	-	45.2	-
	Noviembre	-	-	27.3	-

FUENTE: SENAMHI (2018). MINAM (2016)

Se denota, entonces, una desarticulación entre el Decreto Supremo N° 003–2017-MINAM que por un lado establece un valor para la calidad del aire por debajo del cual las concentraciones no afectarían en gran manera a la salud de las personas y las categorías del INCA establecidas por Resolución Ministerial N° 181-2016 MINAM el cual indica que para las mismas concentraciones si se afectaría de manera considerable la salud pública.

El Índice Nacional de Calidad de Aire (INCA) está claramente definido en función de la salud pública estableciendo categorías dependiendo del grupo poblacional humano que afectaría dependiendo de la concentración del parámetro en el aire. Resulta correcto, entonces, que la normativa peruana no mencione que los valores establecidos en el INCA sean valores que caractericen a la calidad ambiental pues esta no depende de un solo parámetro.

4.2. ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL EN TÉRMINOS DE MATERIAL PARTICULADO

Los resultados del índice de calidad ambiental para el parámetro de Material Particulado se presentan en el cuadro siguiente.

Tabla 16: Resultado del Índice de Calidad Ambiental en términos de la concentración de material particulado (PM₁₀) entre diciembre (2016) a noviembre (2017) para el distrito de Villa María del Triunfo.

MES	AÑO	[PM10] µg/m ³	Valor ICA	ETIQUETA
Diciembre	2016	112.9	0.66	NOTABLE
Enero		153.8	0.48	NOTABLE
Febrero		188.4	0.37	ELEVADA
Marzo		193.2	0.31	ELEVADA
Abril		180.3	0.35	NOTABLE
Mayo		66.1	0.96	NOTABLE
Junio	2017	148.8	0.49	NOTABLE
Julio		122.1	0.61	NOTABLE
Agosto		98.6	0.79	NOTABLE
Septiembre		109.0	0.74	NOTABLE
Octubre		204.4	0.28	ELEVADA
Noviembre		153.3	0.36	NOTABLE

FUENTE: Elaboración propia

Se observa que valores del ICA inician desde 0.28, resultado que califica a la concentración de 204.4 µg/m³ como “elevada”, mientras que el máximo valor de ICA es 0.96; valor que califica a la concentración de 66.1 µg/m³ como “notable” por la función de transformación usada. El valor promedio del ICA para la calidad de aire en el distrito de Villa María del Triunfo para el periodo evaluado es de 0.53 siendo un valor calificado como “notable” que corresponde a una concentración de partículas 144.3 µg/m³ la cual supera el ECA establecido por la normativa peruana.

Todas las concentraciones; con excepción de las de los meses de mayo y septiembre, superan el valor de ECA establecido por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAN; por tanto, es correcto que el valor promedio de ICA resulte 0.53 correspondiente a una concentración de 144.3 µg/m³ que supera el ECA. Esto indicaría que el modelo establecido por el método Batelle Columbus para establecer el índice de calidad

ambiental para material particulado PM₁₀ representó de manera apropiada la calidad del aire del distrito de Villa María del Triunfo en términos de la salud de las personas para el periodo y días de evaluación. Convendría; sin embargo, establecer una función más ajustada a la realidad del área evaluada que pueda representar la calidad del aire considerando los niveles de contaminación que puedan afectar a la salud de la población según las guías de la OMS.

En la siguiente figura se puede observar el comportamiento del índice de calidad ambiental en el periodo evaluado contrastado con el nivel de concentración de material particulado PM₁₀ durante el mismo periodo. Se evidencia que el ICA disminuye cuando la concentración de material particulado aumenta. Se evidencia que el índice de calidad ambiental obtenido en el mes de octubre es el de menor valor, esto debido a que la mayor concentración de material particulado reportada se alcanzó durante el día de evaluación en dicho mes.

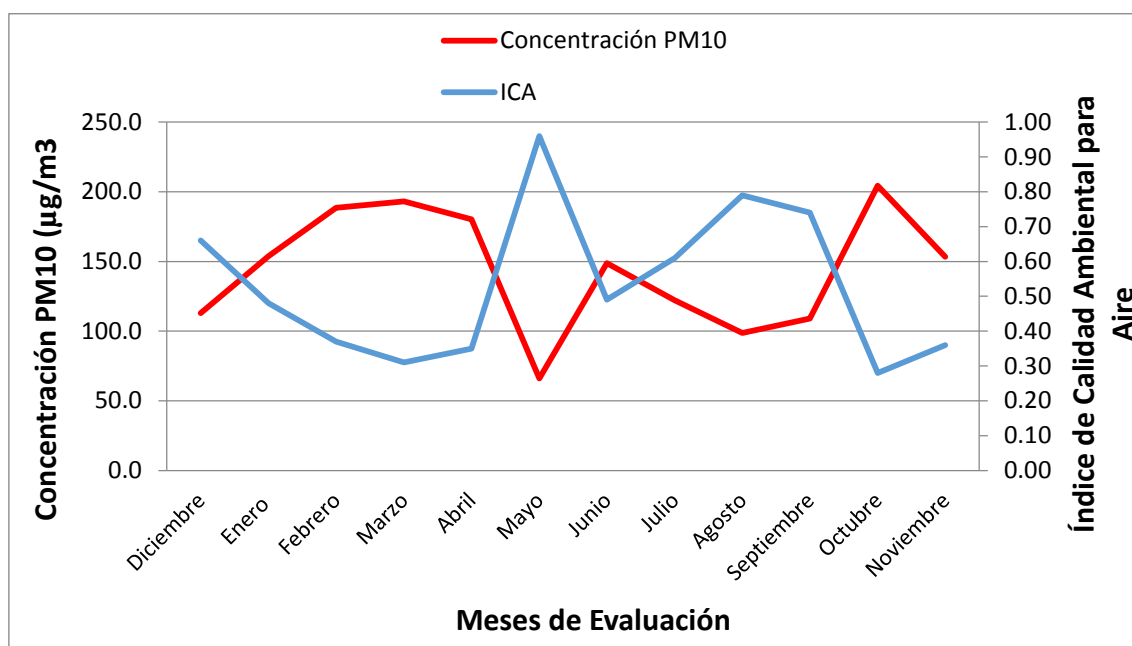


Figura 20: Comportamiento del Índice de Calidad Ambiental contrastado con la concentración de material particulado PM₁₀ entre diciembre (2016) a noviembre (2017) en el distrito de Villa María del Triunfo.

FUENTE: Elaboración propia

4.3. ESPECIES DE AVES REPORTADAS

En el área de evaluación ha sido posible reportar ocho órdenes de aves distribuidas en dieciséis familias y veinte especies. El orden de las Passeriformes fue el de mayor riqueza encontrándose representado por nueve familias; de la misma forma, la familia Columbidae fue la que presentó mayor riqueza con tres especies.

Con respecto a la abundancia, en la Figura 23 es posible observar que la especie con mayor número de individuos fue *Zenaida auriculata* correspondiente a la familia Columbidae y al orden de las Columbiformes. A esta especie le secunda *Columbina cruziana* también de la familia Columbidae y orden de las Columbiformes. Se concluye que la familia más abundante en las lomas de Villa María del Triunfo es la familia Columbidae.

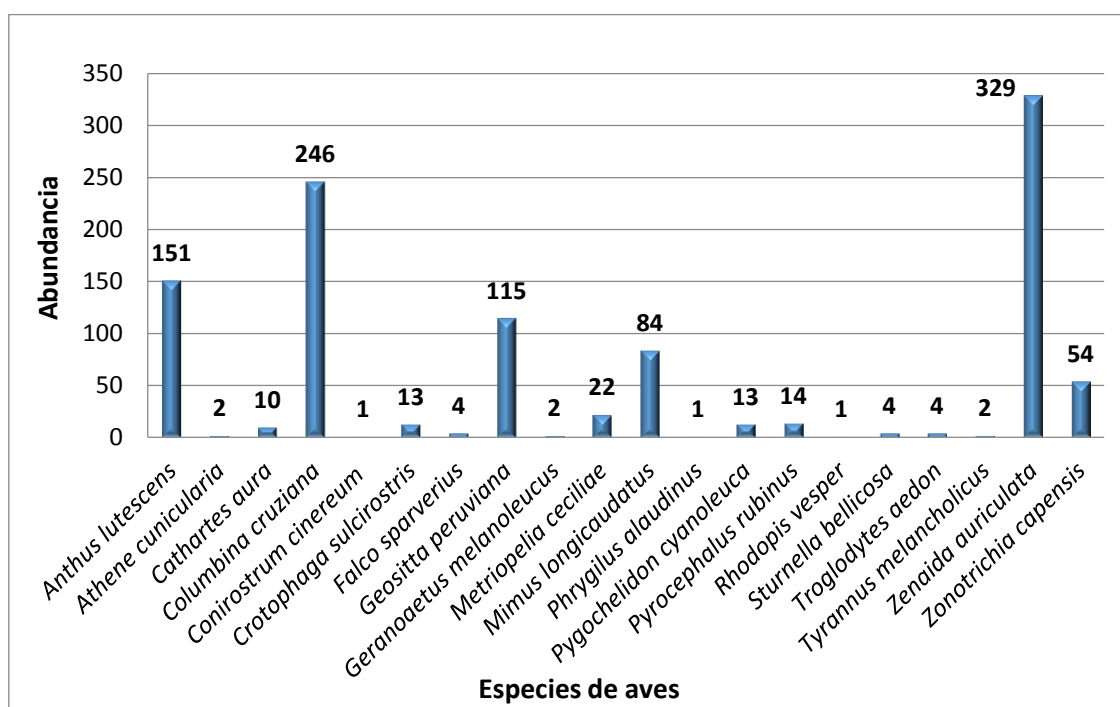


Figura 21: Abundancia de especies de aves reportadas en las lomas de Villa María del Triunfo durante los días de evaluación entre diciembre (2016) a noviembre (2017)

FUENTE: Elaboración propia

En la siguiente Figura anterior se puede observar la abundancia total de las especies encontradas a lo largo de los monitoreos realizados; asimismo, en la Tabla 14, se puede visualizar la lista de especies reportadas en los monitoreos realizados en las lomas de Villa María del Triunfo. Es necesario señalar que en los alrededores de las lomas se ha podido visualizar a las especies *Vultur gryphus*, *Columba livia* y *Zenaida meloda*; sin embargo, estas no constituyen parte de la lista de especies debido a que no se reportaron al interior del área correspondiente a las lomas.

Tabla 17: Lista total de especies reportadas durante los monitoreos de aves de las lomas de Villa María del Triunfo entre noviembre (2016) a diciembre (2017)

ÓRDEN	FAMILIA	ESPECIE
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>
Caprimulgiformes	Trochilidae	<i>Rhodopsis vesper</i>
Catartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina cruziana</i>
		<i>Metriopelia ceciliae</i>
		<i>Zenaida auriculata</i>
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>
Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus lutescens</i>
	Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>
		<i>Phrygilus alaudinus</i>
	Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>
	Furnariidae	<i>Geositta peruviana</i>
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>
	Icteridae	<i>Sturnella bellicosa</i>
	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>
<i>Tyrannus melancholicus</i>		
Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga sp.</i>

FUENTE: IUCN (2017)

4.4. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD

4.4.1. Curva de acumulación de especies

En el mes de noviembre del año 2016, se realizó un primer monitoreo para determinar el número de muestras adecuado para incluir la mayoría de especies en las evaluaciones. Se determinó que con 13 unidades de muestreo se logra incluir la mayoría de especies que es posible reportar en el área evaluada disminuyendo en cinco unidades el esfuerzo de muestreo. El modelo utilizado para describir la muestra fue el modelo no paramétrico de Chao 1 ya que era el que mejor se ajustaba a los datos explicando el 96% de la varianza (R^2).

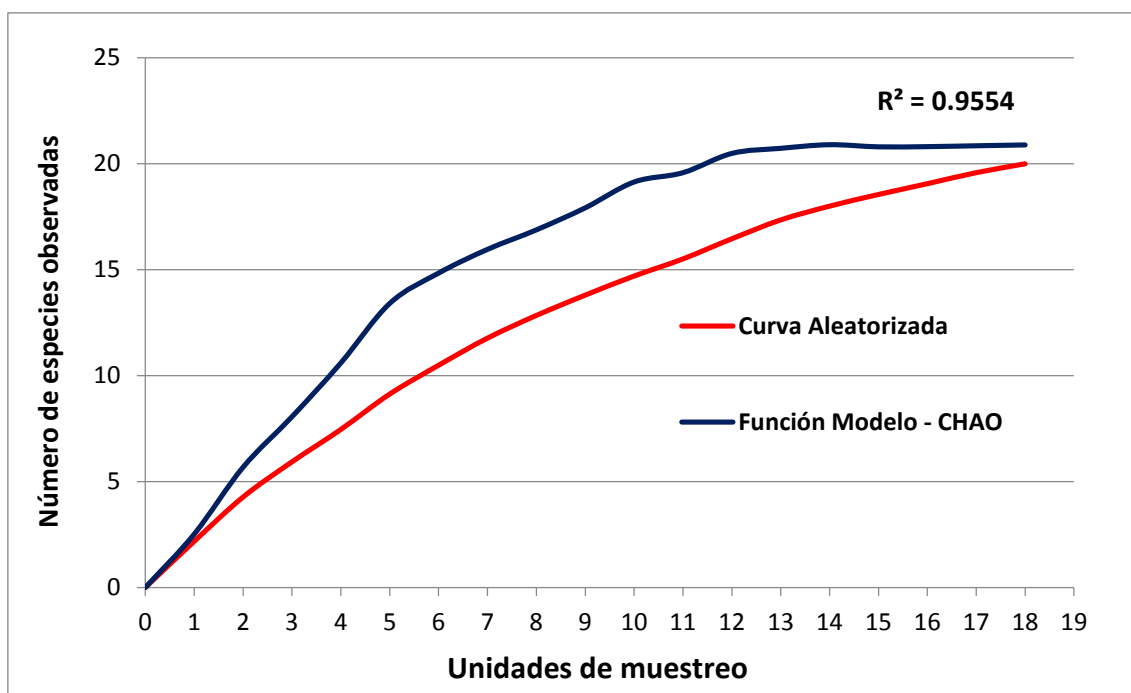


Figura 22: Curva de acumulación de especies elaborada con los datos de abundancia de individuos por especie en las lomas de Villa María del Triunfo durante el mes de noviembre del año 2016

4.4.2. Índices de Diversidad

En la siguiente Tabla se observan los resultados de los índices de diversidad de Simpson, Shannon, Margalef y Pielou; asimismo, se observan los resultados de riqueza y abundancia por mes de evaluación.

Tabla 18: Resultado de índices de estructura comunitaria para las lomas de Villa María del Triunfo entre diciembre del año 2016 a noviembre del año 2017

ÍNDICES		Riqueza	Abundancia	Simpson (1 - D)	Shannon (bits/Ind.)	Margalef	Pielou
TEMPORADA							
2016	Diciembre	9	104	0.8162	2.69424	1.723	0.8513
2017	Enero	3	36	0.5725	1.327392	0.5581	0.8391
	Febrero	6	40	0.7025	1.97856	1.355	0.7671
	Marzo	4	43	0.6339	1.61568	0.7976	0.8093
	Abril	5	51	0.6544	1.75968	1.017	0.7594
	Mayo	8	80	0.8091	2.56176	1.597	0.8553
	Junio	9	100	0.8096	2.6064	1.737	0.8238
	Julio	7	77	0.7597	2.31408	1.381	0.8258
	Agosto	14	119	0.8183	2.86416	2.72	0.7538
	Setiembre	9	113	0.7946	2.50992	1.692	0.7935
	Octubre	18	157	0.8655	3.29184	3.362	0.791
	Noviembre	16	152	0.8404	3.09456	2.986	0.7751

a. Índice de Shannon (H)

En la siguiente Figura se pueden observar los resultados del índice de Shannon. El mes de octubre es el mes que presenta mayor valor del índice de diversidad que corresponde a la estación húmeda mientras que el mes con menor índice es enero correspondiendo con la estación seca. En conjunto, se puede apreciar que los mayores valores del índice de diversidad de Shannon se presentan en la estación húmeda.

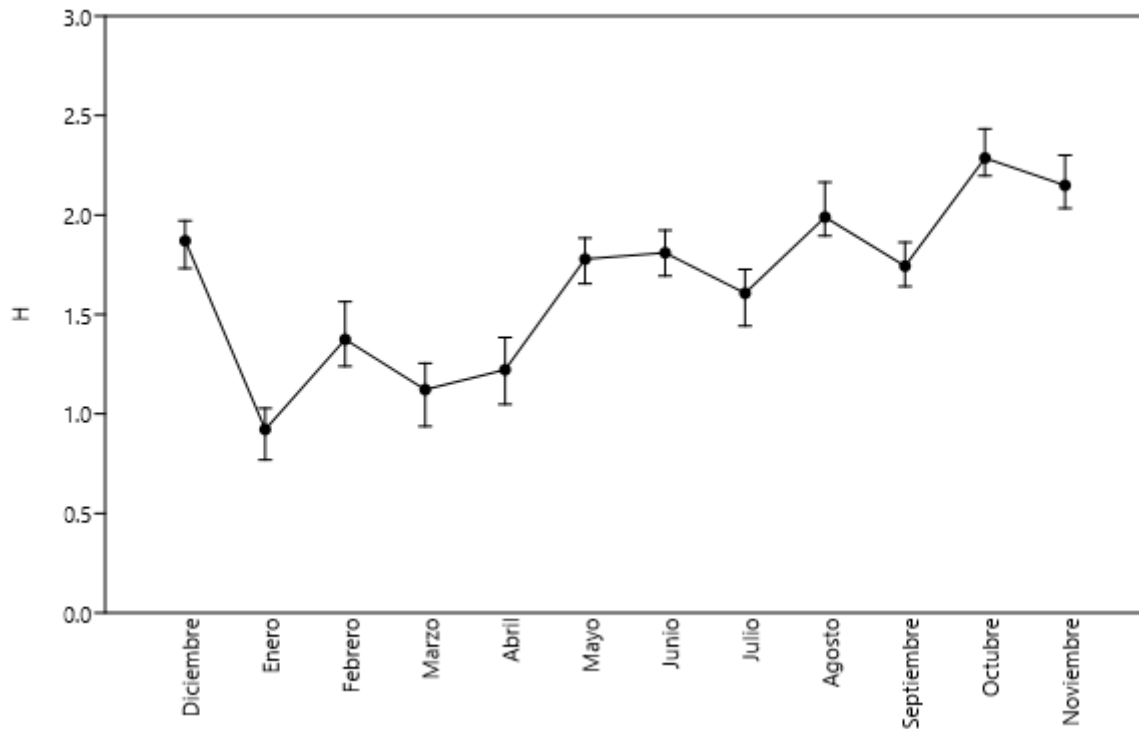


Figura 23: Comportamiento del índice de Shannon para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo

Como ya se mencionó anteriormente; el índice de Shannon puede interpretarse en función de la riqueza y de la abundancia, razón por la cual es necesario que se evalúe en conjunto con algún índice de equidad para poder obtener una correcta interpretación. En el siguiente gráfico se observa el comportamiento del índice de Shannon en conjunto con el índice de equidad de Pielou.

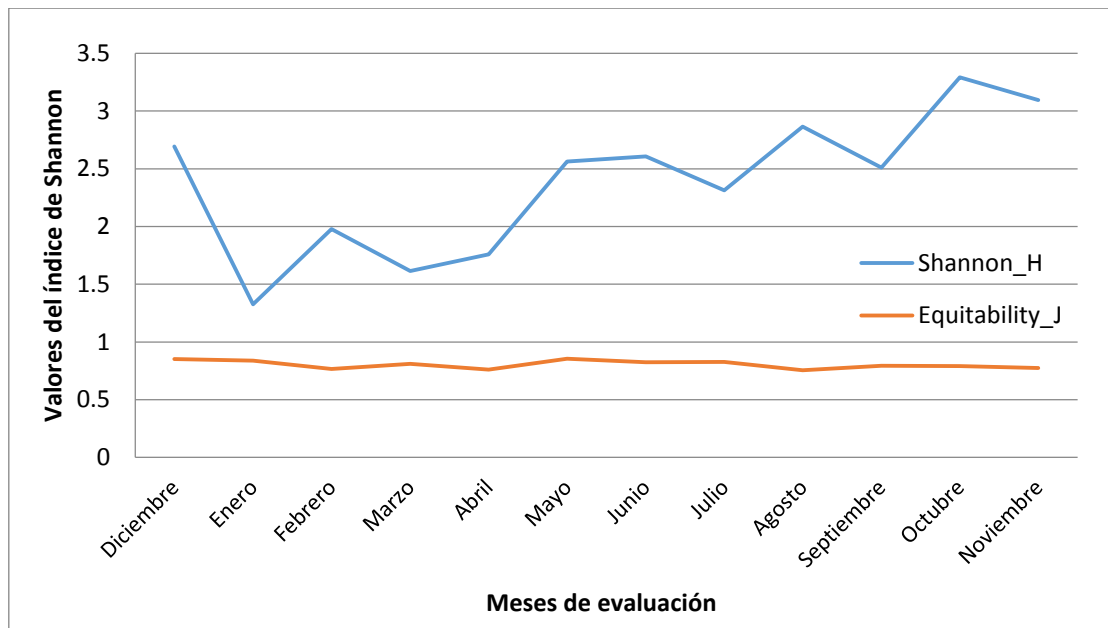


Figura 24: Comparación entre el comportamiento del índice de diversidad de Pielou y Shannon para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo

Los valores del índice de Pielou se mantienen entre 0.75 y 0.85 y denotan una equidad media-alta durante todos los meses evaluados variando dentro de ese rango a lo largo de los monitoreos. Se observa que el índice de Pielou es mayor en el mes de mayo; esto indica que durante ese mes las especies estaban distribuidas de manera más uniforme en términos de su abundancia; por lo que el valor del índice de Shannon obtenido es de 2.5618 bits/ind.; valor relativamente alto considerando que el mayor valor que ese podría haber obtenido es 2.9947 bits/ind. Durante el mes de agosto, se obtuvo el menor valor de índice de Pielou siendo 0.7538, esto indica que durante este mes hubo mayor dominancia por parte de algunas especies sobre otras, teniendo en cuenta su abundancia. En efecto, durante este mes la especie *Zenaida auriculata* tuvo una abundancia de 37 individuos siendo dominante sobre otras especies que se encontraron representadas por solo un individuo. Para este mes, el resultado del índice de Shannon fue 2.8642 bits/ind.

Los mayores valores de índice de Shannon se obtuvieron durante los meses de octubre y noviembre correspondientes con la estación húmeda y de mayor desarrollo vegetal; sin embargo, no son los que presentan mayores índices de Pielou; es decir, los valores mayores de Shannon solo indican que estos son meses de mayor riqueza de especies

pero están se encontraban distribuidas de manera menos uniforme en torno a su abundancia.

Se debe considerar que este índice de diversidad asume comunidades muy grandes por lo que, dadas las abundancias reportadas, no sería un buen indicador de la diversidad para las lomas de Villa María del Triunfo; sin embargo, los intervalos de confianza son menores y los resultados más altos de diversidad corresponden con la estación húmeda.

b. Índice de Simpson (1-D)

El comportamiento mensual del índice de Simpson es similar al del índice de Shannon mostrando los mayores valores durante los meses que corresponden a la estación húmeda tal como se puede apreciar en la siguiente Figura.

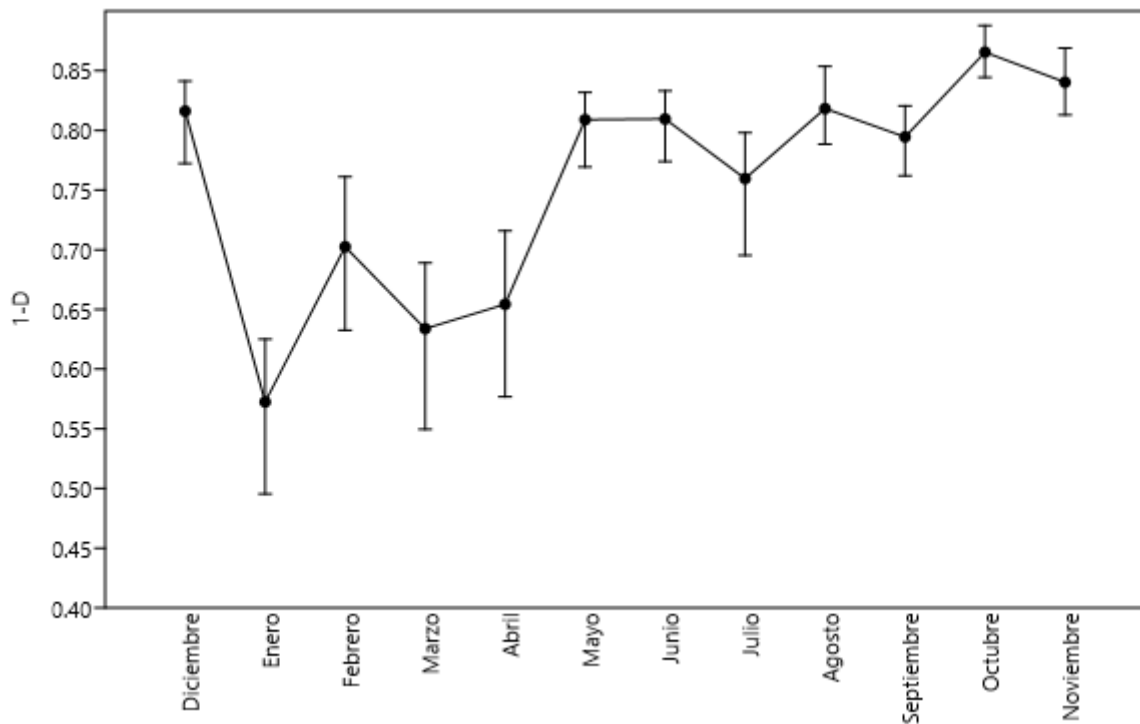


Figura 25: Comportamiento del índice de Simpson para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo

Al igual que el índice de Shannon, para poder interpretar de forma adecuada este índice se debe de contrastar con otro que explique la equidad de la comunidad. En la Figura 28 se muestra el comportamiento de índice de Simpson y el de Pielou a la vez.

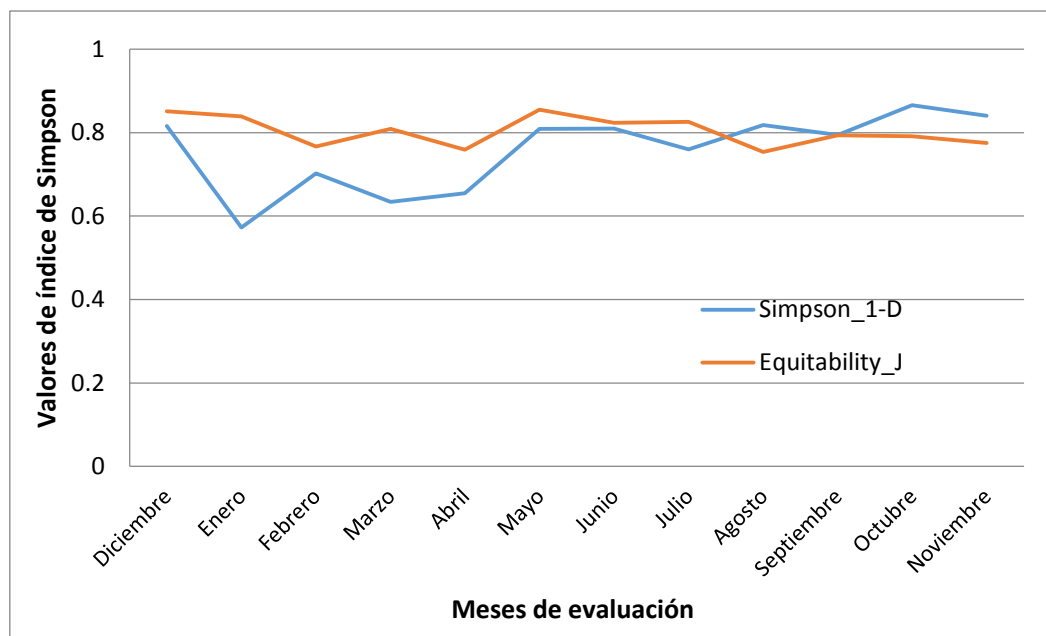


Figura 26: Comparación entre el comportamiento del índice de diversidad de Pielou y Simpson para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo

Como ya se mencionó, es posible observar que durante los meses de estación húmeda se tienen los mayores valores del índice de Simpson; sin embargo, durante ese mismo periodo, se tienen los menores valores del índice de Pielou. Esto indica que si bien es cierto, durante la estación húmeda se tiene mayor abundancia, esta se encuentra distribuida de manera menos uniforme; es decir, existen especies dominantes. El mes de octubre tiene el mayor resultado de índice de Simpson con 0.8655, valor calificado como alta diversidad, mientras que el mes de enero presenta un valor de 0.5725, valor calificado como diversidad baja que corresponde con la estación seca. A pesar de que los intervalos de confianza son amplios, el traslape entre ellos es corto; asimismo, dadas las abundancias reportadas, el índice de Simpson sería un buen estimador de la diversidad de las lomas de Villa María del Triunfo debido a que considera comunidades relativamente pequeñas.

c. Índice de Margalef

El comportamiento este índice es similar a los índices de Shannon y Simpson estimando que los meses que corresponden a la estación húmeda son los meses con mayor diversidad.

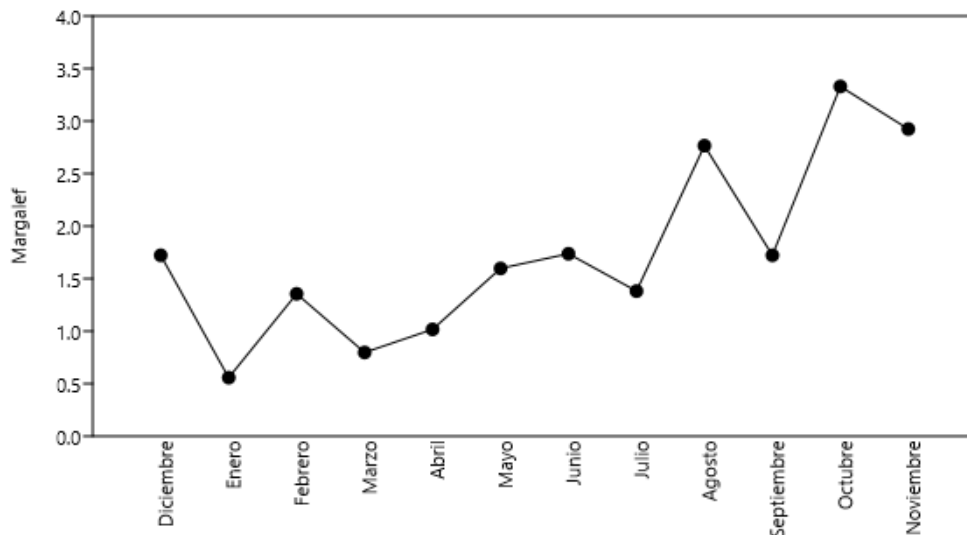


Figura 27: Comportamiento del índice de Margalef para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo

d. Índice de Pielou (J)

Se aprecia que el comportamiento del índice de equidad de Pielou es inverso a lo visualizado con respecto a los índices de Simpson y Shannon; es decir, los mayores valores se presentan durante la estación seca mientras que los menores valores se encuentran en los meses que corresponden a la estación húmeda. Esto indica que, si bien es cierto, en la estación húmeda se tienen mayores valores de diversidad, disminuye la equidad debido a que las especies que se añaden están representadas por pocos o un individuo.

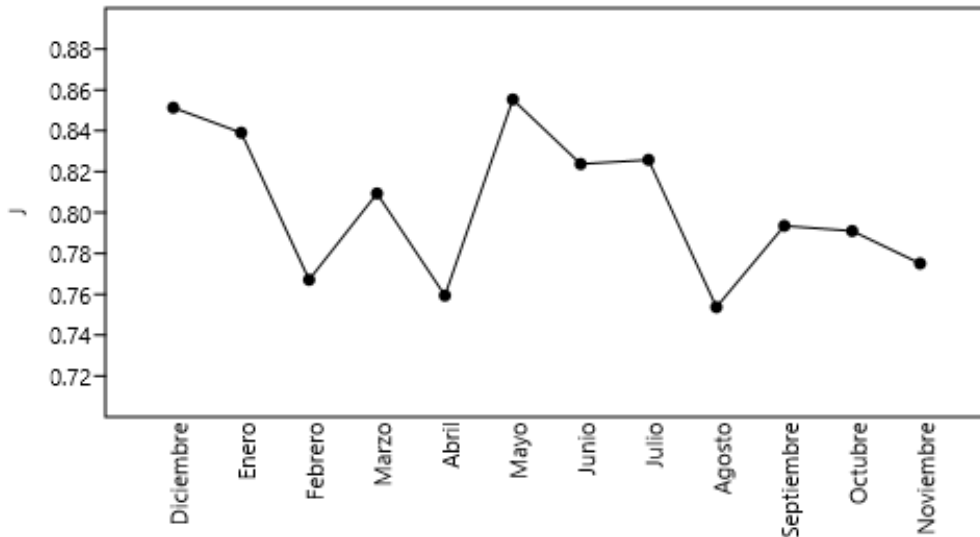


Figura 28: Comportamiento del índice de Pielou para la evaluación de aves entre los meses de diciembre (2016) a noviembre (2017) en las lomas de Villa María del Triunfo

4.5. ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL EN TÉRMINOS DE LA DIVERSIDAD DE AVIFAUNA

Los resultados del índice de calidad ambiental para diversidad de aves se presentan en la Tabla 16. Se puede observar que los resultados del Índice de Calidad no superan el valor de tres obteniendo como resultado promedio 0.21. Los meses de febrero, abril, mayo, agosto, octubre y noviembre son los meses que cuentan con valores calificados como diversidad “aceptable” mientras que los demás meses tienen valores calificados como diversidad “nula”; es decir, escasa diversidad. Se esperaría que los meses con mayores índices de diversidad sean los meses correspondientes a la estación húmeda por contar con mayor cobertura vegetal; sin embargo, se aprecia que los mayores índices de diversidad involucran tanto meses de estación seca como de estación húmeda.

Tabla 19: Resultado del Índice de Calidad Ambiental en términos de la diversidad de aves de las lomas de Villa María del Triunfo entre noviembre (2016) a diciembre (2017)

MES	Valor ICA	N° sp. / 200 ind.	ETIQUETA
Diciembre	0.17	1.731	NULA
Enero	0.17	1.667	NULA
Febrero	0.30	3.000	ACEPTABLE
Marzo	0.19	1.860	NULA
Abril	0.20	1.961	ACEPTABLE
Mayo	0.20	2.000	ACEPTABLE
Junio	0.18	1.800	NULA
Julio	0.18	1.818	NULA
Agosto	0.24	2.353	ACEPTABLE
Septiembre	0.16	1.593	NULA
Octubre	0.23	2.293	ACEPTABLE
Noviembre	0.21	2.105	ACEPTABLE

En la siguiente Figura se puede observar los comportamientos del índice de calidad ambiental tanto en términos del material particulado (PM₁₀) como de la diversidad de avifauna. Se esperaría que si el ICA de material particulado aumenta; es decir, aire cada vez más saludable con menores partículas en el aire, el ICA de diversidad también tenga el mismo comportamiento; sin embargo, se aprecia que existen meses en los que el ICA de concentración de partícula en el aire desciende debido al aire más contaminado, mientras que el ICA para diversidad de aves aumenta mostrando un comportamiento inverso tal como se observa en la mayoría de los meses.

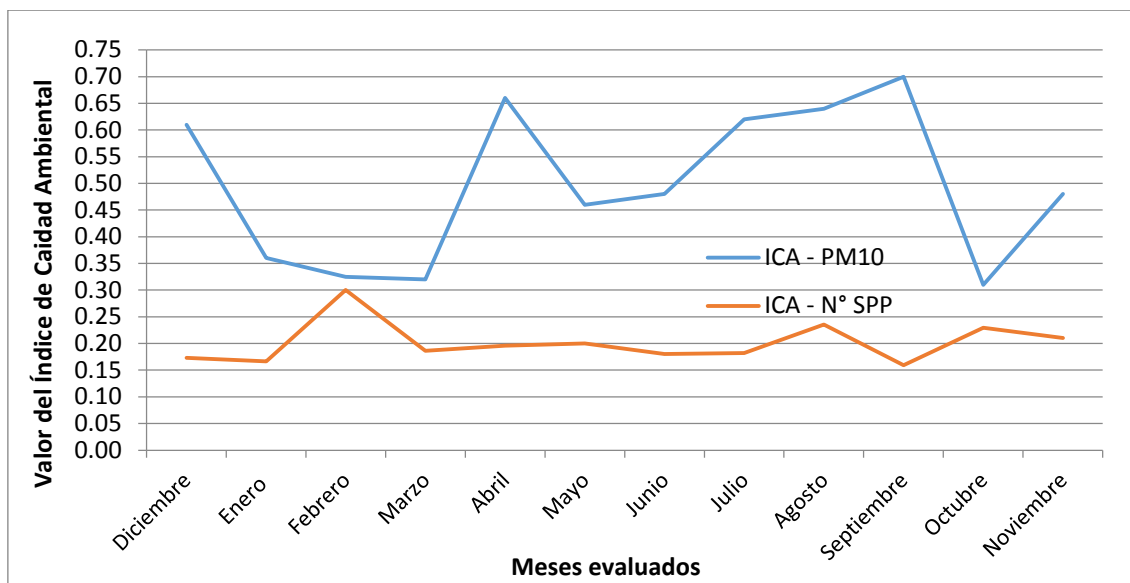


Figura 29: Comparación del ICA expresado en términos de la diversidad de avifauna y el ICA en términos de la concentración de material particulado (PM₁₀)

Se aprecia que el índice de calidad ambiental en términos de la diversidad de avifauna no refleja los efectos de la estacionalidad ni el comportamiento de la concentración de las partículas en el aire calidad lo que no sería un buen estimador de este parámetro para las lomas de Villa María del Triunfo.

Con respecto a los índices de diversidad, estos responden más a la estacionalidad mostrando valores más elevados durante los meses correspondientes a la estación húmeda; sin embargo, las especies que aparecen durante esta estación se encuentran representadas por pocos individuos. El índice de calidad ambiental expresado en función de la diversidad de aves no refleja este mismo comportamiento, habiéndose reportado el mayor el valor de calidad durante el mes de febrero, mes correspondiente a la estación seca.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de monitoreo realizado para las lomas de Villa María del Triunfo entre noviembre del año 2016 y noviembre del año 2017, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- 5.1. Los resultados de las concentraciones de Material Particulado menor a 10 micras (PM_{10}) superan los ECA establecidos por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAGRI con excepción de los meses de mayo y septiembre teniendo en cuenta el promedio de las concentraciones de un día de evaluación. Con respecto al parámetro de Material Particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), todas las concentraciones se encuentran por debajo del estándar de calidad ambiental establecido por la norma mencionada.
- 5.2. Los valores el Índice Nacional de Calidad del Aire (INCA) para el parámetro de PM_{10} se encuentran calificados en su mayoría en la categoría de “MALA” inclusive, durante el mes de octubre, se tiene la categoría de “VALOR UMBRAL DE CUIDADO”. Con respecto a la concentración de $PM_{2.5}$, los valores del INCA se encuentran en su mayoría en la categoría de “MALA”. Para este último, las mismas concentraciones indican que sí representan un peligro para la salud; mientras que para el ECA, estas concentraciones no se supera el nivel de cuidado concluyendo la existencia de una desarticulación entre los valores del ECA e INCA para el parámetro $PM_{2.5}$.
- 5.3. El Índice de Calidad Ambiental en función del material particulado tiene un valor promedio de 0.53, resultado considerado “notable” que representa una concentración de partículas de $144.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valor cercano al promedio diario según los datos reportados por SENAMHI concluyendo que la función del método

Batelle-Columbus refleja el nivel de las concentraciones de material particulado bajo las condiciones de evaluación.

- 5.4. Los índices de diversidad muestran que el comportamiento de las especies en función de su presencia y ausencia responde a la estacionalidad propia de las lomas obteniéndose mayores valores de índices durante el periodo húmedo cuando la cobertura vegetal es mayor. Se concluye que los meses idóneos para evaluar aves en las lomas de Villa María del Triunfo son los comprendidos entre agosto y noviembre.
- 5.5. Al comparar los valores del índice de Calidad Ambiental tanto para avifauna como para material particulado (PM₁₀), se concluye que el comportamiento de las especies de aves no guarda relación con el comportamiento de la contaminación de aire. La diversidad de aves está principalmente determinada por la estacionalidad de las lomas. El mayor número de aves fue contabilizado durante la estación húmeda dado que la estacionalidad propia de la lomas ofrecía durante este periodo la cobertura vegetal necesaria para las aves.
- 5.6. La lista de especies de aves reportadas incluye veinte especies de aves distribuidas en dieciséis familias y 8 órdenes de las cuales algunas especies como *Conirostrum cinereum* y *Aratinga* sp. han sido reportados solo una vez. Algunas especies como *Vultur gryphus*, *Columba livia* y *Zenaida meloda* solo se reportaron en los alrededores del área de estudio por lo que no se descarta que puedan ser incluidos en nuevos monitoreos e incrementar la lista de aves.
- 5.7. El Índice de Calidad Ambiental (ICA) de la loma de Villa María del triunfo expresado en términos de la diversidad de aves tiene un valor promedio de 0.21 durante el periodo evaluado; asimismo, no tiene el mismo comportamiento que los índices de diversidad. Este presenta su mayor valor durante el periodo seco concluyendo que el modelo no es el adecuado para describir el comportamiento de la diversidad de aves en las lomas de Villa María del Triunfo.

VI. RECOMENDACIONES

Dado que el Decreto Supremo N° 003 – 2017 MINAM establece los ECA para aire tomando como patrones lo recomendado en las *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre* de la OMS donde se indican que los patrones usados para describir la calidad del aire se establecen en función de la salud de las personas, se recomienda no llamar ECA “Estándares de Calidad Ambiental” a los patrones que la normativa peruana usa para describir la calidad del aire, sino llamarlos “Estándares de Salud Humana” donde sí se puede afirmar que los niveles de concentración de partículas sean patrones que definen la calidad del aire para las personas.

Se recomienda realizar las evaluaciones de riqueza y abundancia para analizar la diversidad de aves en la lomas de Villa María del Triunfo durante los meses de agosto a noviembre correspondiente al periodo húmedo, estación de mayor presencia de vegetación usada como cobertura para las aves.

Dadas las abundancias de aves reportadas, se recomienda usar los índices de diversidad de Simpson y Pielou para describir el comportamiento de la diversidad ecológica de aves en las lomas de Villa María del Triunfo.

Si bien es cierto, las lomas funcionan como un único ecosistema con características propias por lo que la diversidad correspondería a diversidad alfa, convendría realizar un monitoreo de aves estratificado con la finalidad de verificar la existencia de diferencias entre las distintas zonas de las lomas.

Tanto la función de transformación para los parámetros de Material Particulado y Diversidad de especies, así como los ECA de aire de la normativa peruana deben tomarse en cuenta para analizar la calidad de sus respectivos parámetros en términos de la salud, más no del ambiente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, M; Guzmán, J; Martín, M; Domínguez, L. 2002. Un método para la selección de aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo. *Huitzil* 4(2):10-16.
- Barrantes, S. 2015. HABITABILIDAD DE LA VIVIENDA EN EL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO – SECTOR JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI – AAHH EL PARAÍSO – EL PARAÍSO ALTO. Lima, SENSICO. p. 103.
- Beisner, B; Haydon, D; Cuddington, K. 2003. Alternative stable states in ecology. *Frontiers in Ecology and Environment* 1(7):376-382.
- Belkis, A. 2004. Consideraciones en torno a los conceptos de calidad de vida y calidad ambiental. *Fermentum* 2003(41):491-502.
- Boscatto, FY. 2015. Contribución a La Gestión Del Uso Público En La Asociación Circuito Ecoturístico Lomas De Lúcumo, Pachacámac, Lima. Lima, s.e. p. 151.
- Brack, A. 2003. BIODIVERSIDAD Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Lima, s.e. p. 59.
- Brack, A; Mendiola, C. 2000. Ecología del Perú. Bruño (ed.). Lima, s.e. 495 p.
- Carmona-Galindo, V; Carmona, T. 2013. La diversidad de los ecosistemas. Los Ángeles, s.e., vol.14. p. 17-58.
- Celemín, JP. 2007. El estudio de la calidad de vida ambiental: definiciones conceptuales, elaboración de índices y su aplicación en la Ciudad de Mar Del Plata, Argentina. *Revista Académica Hologramática*. 7(VI):71-98.

- CEPLAN (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, PE). 2011. Plan Bicentenario: *El Perú hacia el 2021*. Lima, s.e., vol.53. p. 265
- Cotán-Pinto, S. 2007. Valoración de impactos ambientales. Sevilla, s.e. p. 2-22.
- Decreto Supremo N° 003, 2008. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire. Diario Oficial El Peruano. 22 Ago.
- Decreto Supremo N° 003, 2017. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y Establecen Disposiciones Complementarias. Diario Oficial El Peruano. 7 jun.
- Decreto Supremo N° 038, 2001. Aprueban el Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas. Diario Oficial El Peruano. Perú. 22 jun.
- Decreto Supremo N° 074, 2001. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire. Diario Oficial El Peruano. 22 jun.
- Duberstein, JN; Caicedo, J. 2010. Manual para la capacitación de guías naturalistas de aves. Sonoran Jo. Tucson, s.e. p. 70.
- Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos* 52:53-56.
- Ferrer, YR. 2009. Tesis Doctoral Ambiental con Técnicas Difusas . Aplicación Yiezenia Rosario Ferrer Directores : s.l., Universidad de Granada. 230 p.
- Figuroa, P. 2014. Evaluación de estructura horizontal y la diversidad florística en un bosque lluvioso del medio Magdalena, Hacienda San Juan del Carabe, Cimitarra - Santander. s.l., Universidad del Tolima. 108 p.
- Franke, I. 2007. Historia de la ornitología peruana e importancia de las colecciones científicas de aves History of Peruvian Ornithology and importance of scientific collections of birds. *Resvita Peruana de Biología* 14:159-164.
- García, 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. Lima, s.e. p. 274-297.

- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2016. Anuario de Estadísticas Ambientales. Lima. s.e. 678 p.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2013. Anuario de Estadísticas Ambientales. *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 75-13
- Informe Técnico Extraordinario N° 001, 2017. ENFEN - Estudio Nacional del Fenómeno del Niño. Perú. jul.
- Jiménez-Sierra, C; Torres-Orozco, R; Corcuera Martínez, P. 2010. Biodiversidad: Una alerta. *Casa del Tiempo UAM* 3(36): 9-16.
- Jiménez-Valverde, A; Hortal, J. 2003. Las Curvas De Acumulación De Especies Y La Necesidad De Evaluar La Calidad De Los Inventarios Biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- John, C; Geupel, G; Pyle, P; Martín, T; DeSante, D; Milá, B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres Agradecimientos. California,
- Magurran, A. 1989. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Ediciones Vedral. Lima. 1 ed. 200 p.
- Miyashiro, J; Orejón, C. 2015. Reporte Urbano - Ambiental. Una mirada a la periferia de la ciudad. Lima. s.e. p. 39
- Miyasiro, M; Ortiz, M. 2016. Estimación Mediante La Teledetección De La Variación De La Cobertura Vegetal En Las Lomas Del Distrito De Villa María Del Triunfo Por La Expansión Urbana Y Minera (1986-2014). s.l., UNMSM. 172 p.
- Melic, A. 1993. Diversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. *Revista aragonesa de entomología* 3(1):97-103.
- Mena, JL; Williams, M; Gazzolo, C; Montero, F. 2007. Estado de conservación de *Melanomys zunigae* (Sanborn 1949) y de los mamíferos pequeños en las Lomas de Lima. *Revista Peruana de Biología* 14(2):201-207.

- Mendez, D. 2009. Propuesta de una función de transformación para evaluar impactos ambientales relacionados con el índice de calidad del agua. s.l., Universidad Católica Andrés Bello. 135 p.
- Mendoza, M. 2010. Evaluación de impacto ambiental por el método de Batelle Columbus del Túnel de desfogue de la laguna de Metztlán, Estado de Hidalgo. Tesis Mg. Sc. Texoco, MX. INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS. 163 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2013. Guía de flora de las lomas de Lima.pdf. Lima, s.e. p. 98.
- Minguez, V; Gallego, E; Gonzales, L. 2009. Sistema de evaluación de impacto ambiental. s.l., s.e.
- MINAM (Ministerio de Ambiente, PE). 2009. Perú: BIODIVERSIDAD, FUENTE PARA UN NUEVO MODELO DE DESARROLLO. Lima, s.e. p. 1-16.
- MINAM (Ministerio de Ambiente, PE). 2010. CUARTO INFORME NACIONAL SOBRE LA APLICACIÓN DEL CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA AÑOS 2006-2009 Capítulos I, II, III, IV Apéndices, y Anexo Áreas Protegidas. :184.
- MINAM (Ministerio de Ambiente, PE). 2012. Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. Lima, s.e.
- Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T - Manuales y Tesis SEA 1:84.
- MUNLIMA (Municipalidad de Lima, PE). 2017. PLANEFA 2017. Lima, s.e.
- OMS (Organización Mundial de La Salud). 2005. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. 1-21
- Ordenanza Municipal N° 015-97/MVMT, 1997. Municipalidad de Villa María del Triunfo. Perú. 18 mar.

- Ortega-Álvarez, R; Sánchez-González, L; Berlanga, H; Rodríguez-Contreras, V; Vargas, V. 2012. Iniciativa de monitoreo de aves en áreas bajo influencia de actividades productivas promovidas por el corredor biológico Mesoamericanoméxico. Manual para monitores comunitarios de aves. s.l., s.e. p. 35.
- Pacsi, S. 2016. Analisis Temporal y Espacial de la Calidad Del Aire Determinado Por Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5} En Lima Metropolitana. Anales Científicos 77(2):273-283.
- ParkWatch. 2003. Perfil de Área Protegida - Perú Reserva Nacional de Lachay. 34 p.
- Pimentel, H. 2014. Análisis desde la perspectiva de los índices bióticos, ECA-Agua y manejo adaptativo; usando macroinvertebrados bentónicos en ríos altoandinos. Camisea 2009-2012. s.l., UNALM. 1-146 p.
- PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú, PE). 2014. HACIA UNA LÓGICA DE ESPACIOS PÚBLICOS VEGETADOS PARA LIMA. Laboratorio de Urbanismo. 155 p.
- Quinteros, Z. 2001. Relación entre los índices de abundancia relativa y la densidad real en poblaciones de aves de importancia económica en la Región Grau. s.l., UNALM. 91 p.
- Ramírez, A. 2005. Ecología aplicada. Diseño y análisis estadístico. 4°. LOZANO, FUDBJT (ed.). Bogotá, s.e.
- Ramírez, D; Pérez, D; Sánchez, E; Arellano, G. 2002. Esfuerzo De Muestreo Para La Evaluación De La Diversidad Colectada En Pit- Fall En La Reserva Nacional De Lachay – Perú. Ecología aplicada 1(1):37-42.
- Resolución Ministerial N° 0401, 2013. Reconocen a la Loma Villa María del Triunfo como Ecosistema Frágil y disponen su inscripción en la Lista de Ecosistemas Frágiles del Ministerio. MINAGRI. Perú. 14 Oct.
- Resolución Directoral N° 181, 2016. Establecen el índice Nacional de Calidad de Aire (INCA). MINAM. Perú. 14 jul.

- Reyes, F. 2015. Facultad de Ciencias Empresariales. s.l., Universidad César Vallejo. 52 p.
- Rodriguez, J; Zavala, L; Vidal, A. 1994. Efectos de la contaminación ambiental por el polvo de cemento de la fábrica CEMENTOS LIMA de Atocongo. *Theorema* 3:92-93.
- Salgado, J; Llucuna, S; Górriz, A; Borrás, M; Nadal, J. 1997. Efectos de la Contaminación Atmosférica Procedente de las Emisiones de la Central Térmica de CERCS (Catalunya, Noreste España). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 47:149-156.
- Sánchez, E; Falero, M. 2015. ¿A que paradigma de gestión de la naturaleza adscribe la normativa peruana sobre calidad ambiental? *Ecologia Aplicada* 14(2):163-174.
- Sánchez, E; Quinteros, Z. 2017. PERTINENCIA DEL CONCEPTO DE ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) IN THE MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL SYSTEMS WITH SEVERAL ALTERNATIVE STATES . CASE STUDY OF A PERUVIAN. *Ecologia aplicada* 16(2).
- Sánchez, E; Velázquez, D. 1982. ESTUDIO BIOECOLÓGICO DE LA LOMA PALOMA: II. FAUNA: VERTEBRADOS. *Zonas Áridas* 2(2): 88 - 96.
- Soberón, J; Llorente, J. 1993. The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness. *Conserv. Biol.* 7(3):480–488.
- Sonco, R. 2013. Estudio de la diversidad alfa, y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia. s.l., Universidad Mayor de San Andrés. 85-87. p.
- Sotomayor, DA; Jiménez, P. 2008. Condiciones Meteorológicas Y Dinámica Vegetal Del Ecosistema Costero Lomas De Atiquipa (Caravelí – Arequipa) En El Sur Del Perú Meteorological Conditions and Vegetal Dynamics of the Atiquipa Lomas (Caravelí – Arequipa) Coastal Ecosystem in the South O. *Ecologia aplicada* 7(1-2):1-8.

- Sotomayor, D; Jiménez, P. 2008. Patrones de Sucesión Vegetal : Implicancias para la conservación de las Lomas de Atiquipa del Desierto Costero del Sur del Perú. *Zonas Áridas* 12(1):74-96.
- Terradas, J. 2015. El pensamiento evolutivo de Ramón Margalef. *Ecosistemas* 24(1):104-109.
- Thomas S. Schulenberg, Douglas F. Stotz, Daniel F. Lane y John P. O'Neill. 2007. *Birds of Perú*. Princeton University. 664 p.
- Trinidad, H; Huamán-Melo, E; Delgado, A; Cano, A. 2012. Flora vascular de las lomas de Villa María y Amancaes, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología* 19(2):149-158.
- Vargas, E; Zúñiga, L. 2010. Tiempo y sucesión ecológica en Ramón Margalef. *Arbor Ciencia, Pensamiento y Cultura* 186(741):163-171.
- Vásquez, M. 2008. Comparación de dos métodos de muestreo para el estudio de la comunidad herbácea de Las Lomas. *Zonas Áridas* 12(1):166-183.
- Zeballos, H; Villegas, L; Gutiérrez, R; Caballero, K; Jiménez, P. 2000. Vertebrados de las Lomas de Atiquipa y Mejía, Sur del Perú. *Rev. Ecol. Lat. Am.* 7(3):11-18.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Coordenadas de Puntos de Monitoreo

ESTACIÓN	NORTE	ESTE	ALTITUD	ZONA
Av - 01	8 657 203	290 655	593	18 L
Av - 02	8 657 447	290 732	661	
Av - 03	8 657 678	290 756	734	
Av - 04	8 657 740	291 059	782	
Av - 05	8 657 693	291 337	891	
Av - 06	8 657 716	291 650	877	
Av - 07	8 657 508	291 537	810	
Av - 08	8 657 315	291 718	732	
Av - 09	8 657 091	291 735	664	
Av - 10	8 656 890	291 536	627	
Av - 11	8 656 835	291 317	631	
Av - 12	8 656 705	290 978	634	
Av - 13	8 656 377	291 516	611	
Av - 14	8 656 270	291 864	676	
Av - 15	8 656 359	292 111	722	
Av - 16	8 656 671	292 190	650	
Av - 17	8 656 962	292 236	755	
Av - 18	8 656 106	291 696	592	

ANEXO 2: Promedios de concentración diarios de los parámetros PM_{10} y $PM_{2.5}$ entre diciembre del año 2016 a noviembre del año 2017.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Senamhi

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION: DEL TRIUNFO /112233/DZ-04 LONG.: 76° 55' "W" DPTO.: LIMA
 PARAMETRO: MATERIAL PARTICULADO EL PERÚ LAT.: 12° 09' "S" PROV.: LIMA
 MENOR A 10 MICRAS; PM10 ALT.: 292 msnm. DIST.: VILLA MARIA
 DIARIO (µg/m³) DEL TRIUNFO

AÑO : 2016

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	109.02	155.50	144.64	S/D	179.78	104.27	71.79	119.16	52.28	76.05	112.75	107.77
2	163.09	107.99	211.84	S/D	236.81	146.14	135.16	54.14	80.63	95.20	119.72	104.91
3	176.06	113.67	201.42	S/D	228.36	57.87	107.58	76.39	67.94	65.92	129.08	98.40
4	159.33	125.11	206.79	S/D	232.61	125.30	80.72	58.18	48.90	48.55	144.15	S/D
5	S/D	151.75	174.33	S/D	207.32	121.18	31.03	43.40	92.43	55.32	94.29	S/D
6	S/D	124.35	196.86	S/D	203.27	136.16	48.48	41.30	55.55	121.10	79.68	98.55
7	95.97	144.46	251.69	S/D	169.74	184.15	81.48	55.43	65.62	91.89	101.30	123.72
8	53.65	S/D	293.76	S/D	188.34	170.08	63.04	40.50	72.73	116.27	147.40	113.27
9	55.41	S/D	214.25	S/D	S/D	111.62	52.04	59.56	75.66	115.84	143.71	138.54
10	133.82	S/D	213.15	112.60	S/D	190.90	47.97	64.13	113.72	102.97	102.97	173.43
11	146.37	S/D	248.55	182.06	S/D	107.44	36.81	55.41	98.03	91.35	91.35	119.38
12	117.72	S/D	229.03	220.70	S/D	88.12	49.14	52.60	89.03	95.47	95.47	128.43
13	176.31	196.13	204.33	219.64	S/D	169.47	65.24	51.74	90.44	95.30	95.30	107.31
14	132.33	189.64	193.83	S/D	S/D	154.88	65.42	45.09	166.03	120.95	120.95	135.60
15	177.55	146.59	175.11	S/D	145.25	66.24	36.83	27.42	81.52	110.62	110.62	170.11
16	249.71	143.99	154.52	S/D	141.37	82.64	67.85	40.76	62.88	97.85	97.85	131.59
17	205.13	171.17	157.32	S/D	154.93	86.62	49.48	52.75	112.65	68.03	68.03	111.20
18	191.21	182.54	144.33	S/D	170.69	134.26	55.86	50.44	211.24	117.17	117.17	95.95
19	151.62	138.16	165.55	S/D	141.24	99.29	46.83	50.42	131.91	S/D	S/D	102.59
20	112.10	156.18	187.24	S/D	150.89	136.43	72.05	49.07	87.28	S/D	S/D	133.49
21	122.52	201.47	223.14	S/D	178.67	102.00	67.38	57.82	70.17	102.67	102.67	115.82
22	118.79	160.28	232.49	S/D	107.57	66.70	41.06	81.35	86.31	78.38	78.38	116.95
23	117.67	168.59	192.06	S/D	126.77	33.86	48.71	89.16	80.83	49.09	49.09	146.40
24	54.82	210.86	193.00	S/D	148.27	55.46	65.94	64.88	114.99	58.15	58.15	118.86
25	147.22	92.44	147.06	S/D	211.14	98.62	44.84	55.02	58.23	103.19	103.19	99.20
26	174.83	257.28	132.37	S/D	156.01	71.47	59.12	49.66	101.12	S/D	S/D	86.72
27	166.13	335.51	149.18	205.68	111.71	107.11	65.66	41.28	S/D	80.84	80.84	97.68
28	119.70	238.19	196.18	241.71	171.63	68.57	62.00	47.75	S/D	82.48	82.48	144.18
29	159.39	162.44	193.34	222.61	183.47	34.73	71.58	90.28	S/D	89.56	89.56	109.40
30	148.06	175.94	113.38	208.91	45.70	117.16	62.01	S/D	68.49	68.49	S/D	S/D
31	175.21	185.62	170.20	170.20	170.20	143.93	47.59	91.82	S/D	S/D	S/D	S/D

S/D = Sin Datos.

INFORMACION PREPARADA PARA DANIEL MARCELO GOTUZZO.

LIMA, 06 DE ABRIL DEL 2018

N.° PRES/SOLIC: 201803000089 /201804000002

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION: VILLA MARIA DEL TRIUNFO /112233/DZ-04

LONG: 76° 55' "W"

DPTO.: LIMA

PARAMETRO: MATERIAL PARTICULADO

LAT: 12° 09' "S"

PROV.: LIMA

MENOR A 2.5 MICRAS, PM2.5

ALT: 292 msnm.

DIST.: VILLA MARIA

DIARIO (µg/m³)

DEL TRIUNFO

AÑO : 2016

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	25.49	23.21	S/D	S/D	31.38	S/D	19.46	35.11	18.42	17.24	29.01	25.70
2	22.92	17.01	32.11	S/D	41.38	S/D	34.52	20.16	29.27	27.16	19.92	26.74
3	23.32	18.18	33.21	S/D	51.01	S/D	29.00	19.35	19.36	17.56	24.87	32.37
4	20.11	20.55	33.94	S/D	48.68	S/D	31.89	15.28	25.52	13.24	32.18	S/D
5	S/D	23.62	24.78	S/D	S/D	S/D	11.65	14.30	38.45	12.00	18.73	S/D
6	S/D	23.87	25.90	S/D	S/D	S/D	17.71	15.42	19.40	18.55	17.11	30.97
7	16.80	26.75	30.67	S/D	S/D	S/D	26.13	22.39	20.87	14.09	14.97	31.04
8	12.39	S/D	38.82	S/D	S/D	S/D	26.18	13.89	20.28	24.49	21.15	21.32
9	12.58	S/D	35.45	S/D	S/D	S/D	15.93	17.33	25.82	30.31	27.25	28.58
10	20.36	S/D	32.66	25.18	S/D	S/D	14.08	23.35	27.94	26.63	27.53	36.48
11	18.28	S/D	33.40	32.66	S/D	S/D	9.71	23.52	23.72	16.36	16.36	28.32
12	18.99	S/D	34.05	33.60	S/D	S/D	14.83	17.28	18.81	20.25	20.25	35.26
13	26.04	S/D	30.98	32.45	S/D	S/D	16.79	22.06	17.73	19.45	19.45	21.05
14	16.34	S/D	28.39	S/D	S/D	S/D	17.55	21.55	36.02	20.97	20.07	29.81
15	17.86	S/D	27.64	S/D	S/D	S/D	15.09	12.71	25.98	26.16	26.16	33.78
16	30.21	S/D	23.93	S/D	S/D	S/D	20.48	16.54	21.27	18.62	16.59	26.32
17	28.01	24.21	26.29	S/D	S/D	22.07	19.79	18.19	29.17	16.93	16.93	31.78
18	22.88	21.53	S/D	S/D	S/D	36.28	21.84	17.82	56.46	31.64	31.64	23.27
19	26.96	27.61	S/D	S/D	S/D	28.40	17.96	19.27	31.54	S/D	S/D	21.79
20	29.19	23.49	S/D	S/D	S/D	41.89	23.25	20.05	23.88	S/D	S/D	32.35
21	22.93	28.58	S/D	S/D	S/D	35.27	28.46	25.29	24.35	26.34	26.34	22.77
22	22.08	21.25	36.87	S/D	S/D	33.62	15.33	29.85	22.29	14.57	14.57	S/D
23	19.85	21.52	30.35	S/D	S/D	18.75	0.00	S/D	19.20	11.25	11.25	S/D
24	17.19	24.24	30.03	S/D	S/D	19.10	28.27	S/D	28.23	11.08	11.08	S/D
25	29.41	17.73	26.88	S/D	S/D	27.39	16.45	S/D	16.64	13.82	13.82	S/D
26	27.25	S/D	25.99	S/D	S/D	20.96	17.98	S/D	29.69	S/D	S/D	S/D
27	26.02	S/D	24.35	46.68	S/D	30.61	14.78	S/D	S/D	17.60	17.60	19.13
28	18.67	S/D	32.11	42.88	S/D	29.25	16.11	S/D	S/D	20.62	20.62	41.03
29	24.28	S/D	33.52	36.97	S/D	19.71	22.16	S/D	S/D	17.39	17.39	26.09
30	20.28	28.19	26.44	S/D	S/D	13.36	36.02	S/D	S/D	15.44	15.44	S/D
31	22.94	34.47	S/D	S/D	S/D	41.70	S/D	S/D	S/D	15.90	S/D	S/D

S/D = Sin Dato

INFORMACION PREPARADA PARA DANIEL MARCELO GOTUZZO

LIMA, 06 DE ABRIL DEL 2016

N° PRES/SOLIC: 201603000089 /201804000002

732



VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Senamhi

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

VILLA MARIA

ESTACION DEL TRIUNFO /112233/DZ-04

LONG: 76° 55' "W"

DPTO: LIMA

PARAMETRO MATERIAL PARTICULADO

LAT: 12° 09' "S"

PROV: LIMA

MENOR A 10 MICRAS, PM10

ALT: 292 msnm.

DISTO: VILLA MARIA

DIARIO (µg/m³)

DEL TRIUNFO

AÑO : 2017

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	S/D	164.91	100.73	166.53	98.47	61.35	51.21	31.53	48.98	177.11	118.94	102.63
2	S/D	142.78	119.49	137.51	88.69	107.65	63.24	58.72	S/D	219.76	79.64	127.78
3	128.77	165.49	153.71	131.74	128.58	91.89	70.79	41.64	S/D	210.28	68.68	151.74
4	90.14	177.09	138.20	158.66	197.84	90.78	86.17	42.12	S/D	195.10	63.41	S/D
5	162.34	135.28	127.78	170.37	199.03	59.69	86.32	41.70	S/D	216.77	74.10	S/D
6	167.69	125.20	149.17	155.61	197.41	39.53	105.63	35.18	S/D	170.47	112.74	S/D
7	225.00	151.50	153.44	227.22	190.67	61.24	64.47	S/D	139.10	135.58	123.16	S/D
8	113.02	166.21	191.22	235.25	151.45	103.46	108.72	S/D	82.22	148.25	169.95	S/D
9	180.44	172.50	162.88	181.40	261.78	76.66	137.42	60.77	S/D	180.06	120.27	S/D
10	182.97	151.85	216.55	197.39	257.01	54.36	150.58	36.04	S/D	86.56	101.50	S/D
11	302.00	217.78	177.22	178.31	170.62	41.05	75.96	51.63	S/D	85.70	165.50	S/D
12	244.05	178.81	155.65	217.78	146.33	67.80	89.34	98.68	S/D	268.18	97.25	S/D
13	158.51	177.70	155.29	137.61	174.89	129.62	66.29	132.37	54.95	280.29	87.64	S/D
14	134.17	218.19	176.13	141.61	105.07	91.49	112.42	158.73	52.13	213.04	62.03	S/D
15	205.66	273.42	119.75	127.50	74.36	106.03	62.02	132.82	97.36	201.27	60.11	S/D
16	164.73	195.39	152.72	109.46	88.62	67.25	S/D	70.98	165.05	226.80	99.05	S/D
17	160.66	211.99	165.07	151.78	95.20	59.01	S/D	78.89	270.09	266.95	82.51	S/D
18	187.57	163.14	245.12	208.85	128.06	74.66	S/D	76.82	191.43	135.50	91.32	S/D
19	139.89	210.85	130.25	184.46	105.33	60.40	S/D	104.48	47.64	235.19	76.46	S/D
20	158.61	172.57	136.73	226.63	165.89	71.87	64.90	52.41	38.34	174.39	78.19	S/D
21	185.43	244.18	157.81	211.36	S/D	82.30	97.64	60.23	68.11	251.85	72.28	S/D
22	117.42	170.11	186.79	235.75	S/D	55.00	135.44	118.44	104.72	186.90	62.32	S/D
23	67.98	120.94	146.23	93.90	S/D	127.21	133.11	89.33	86.51	213.58	96.65	S/D
24	75.93	169.50	189.75	65.45	S/D	200.80	85.50	41.05	135.77	194.05	152.31	116.71
25	114.74	186.52	200.81	136.78	S/D	118.37	77.92	49.89	167.72	139.65	160.26	94.25
26	151.18	209.28	189.08	222.57	49.85	59.57	90.03	118.17	217.64	197.31	147.33	122.99
27	174.41	119.38	161.08	247.68	82.42	71.95	100.31	127.78	185.05	S/D	124.75	117.67
28	182.41	134.48	158.84	228.01	66.13	45.31	55.49	94.87	189.65	S/D	162.19	85.47
29	132.58		161.22	54.56	50.80	42.70	82.58	124.08	158.10	82.63	143.73	61.11
30	134.57		129.63	49.47	29.05	48.88	92.79	154.74	99.17	118.16	109.73	60.68
31	162.29		163.22		22.09		90.36	86.98		219.30		93.28

S/D = Sin Data

INFORMACION PREPARADA PARA DANIEL MARCELO GOTUZZO

LIMA, 06 DE ABRIL DEL 2018

N° PRES/SOLIC: 201803000089 /201804000002

735

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

VILLA MARIA
 ESTACION DEL TRIUNFO /112233/DZ-04 LONG: 76° 55' "W DPTO: LIMA
 PARAMETRO MATERIAL PARTICULADO LAT: 12° 09' "S PROV: LIMA
 MENOR A 2.5 MICRAS; PM2.5 ALT: 292 msnm DIST: VILLA MARIA
 DIARIO (µg/m³) DEL TRIUNFO

AÑO : 2017

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JULIA	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	S/D	33.18	19.71	26.78	22.77	S/D	13.78	11.68	16.07	44.02	23.87	21.45
2	S/D	28.21	21.99	23.66	25.36	S/D	19.88	14.45	S/D	35.18	19.71	27.52
3	26.45	25.81	26.35	21.17	21.47	S/D	12.37	15.42	S/D	33.48	16.35	36.35
4	21.35	31.78	23.69	25.92	28.19	S/D	17.36	13.66	S/D	29.10	16.63	S/D
5	29.71	28.22	22.50	27.46	30.53	S/D	16.90	14.13	S/D	33.47	15.45	S/D
6	23.91	23.20	25.51	29.66	23.80	S/D	19.06	14.34	S/D	28.49	28.67	S/D
7	29.31	28.03	26.47	35.18	23.24	S/D	14.78	S/D	24.95	24.70	26.95	S/D
8	26.60	24.55	29.91	33.66	25.92	S/D	19.27	S/D	17.24	27.69	51.31	S/D
9	26.87	26.27	23.82	33.35	28.18	S/D	35.42	S/D	S/D	29.46	26.49	S/D
10	29.87	23.09	33.53	33.13	23.22	S/D	38.49	21.34	S/D	16.66	21.35	S/D
11	32.96	29.18	31.94	29.89	18.13	S/D	28.41	16.86	S/D	16.13	42.26	S/D
12	37.35	25.16	30.78	36.11	22.45	S/D	24.05	29.25	S/D	27.19	25.02	S/D
13	24.04	27.58	27.30	27.89	24.73	S/D	14.61	31.74	13.56	29.61	24.47	S/D
14	21.91	33.60	35.90	25.27	27.57	S/D	25.06	35.19	12.97	28.63	14.56	S/D
15	26.94	37.26	27.82	22.43	16.69	S/D	17.52	26.34	17.06	34.14	12.24	20.85
16	20.76	30.84	28.33	22.72	17.76	S/D	S/D	19.92	28.36	29.50	25.03	14.74
17	21.94	29.04	23.72	25.93	19.25	S/D	S/D	20.75	53.31	37.59	17.04	16.49
18	23.69	24.52	30.69	34.72	20.74	S/D	S/D	26.91	39.49	28.72	21.65	23.77
19	21.83	28.81	21.49	28.97	21.02	S/D	S/D	31.44	18.69	40.48	20.63	23.38
20	21.91	27.71	22.06	36.33	34.24	S/D	22.22	20.24	12.38	30.75	19.92	26.26
21	25.83	37.49	24.94	33.77	S/D	20.57	28.69	21.83	13.63	45.24	18.61	19.72
22	17.47	27.59	29.31	38.91	S/D	13.89	27.38	42.93	18.98	40.02	14.28	19.91
23	11.57	27.59	24.52	20.50	S/D	37.04	30.44	25.58	23.24	32.88	19.67	35.28
24	11.31	24.63	34.68	15.80	S/D	43.65	29.44	11.97	25.35	36.37	22.16	26.18
25	16.88	29.04	32.38	20.33	S/D	28.34	21.30	11.96	29.05	23.65	27.28	18.66
26	16.97	32.34	29.98	39.92	S/D	18.82	17.42	37.11	36.85	42.25	33.65	23.78
27	18.65	20.06	26.48	29.39	S/D	25.37	21.96	39.96	36.56	S/D	22.98	18.90
28	20.41	22.17	23.46	31.69	S/D	12.13	14.86	25.34	40.76	S/D	30.66	19.65
29	18.69	24.44	17.55	S/D	14.78	19.02	28.22	39.58	29.69	23.80	16.88	
30	20.17	24.13	15.67	S/D	15.79	18.17	40.27	32.44	26.69	24.45	16.84	
31	26.94	28.07	S/D	S/D	16.23	19.45		61.00			25.29	

S/D = Sin Datos

INFORMACION PREPARADA PARA DANIEL MARCELO GOTUZZO

LIMA, 06 DE ABRIL DEL 2018

N° PRES/SOLIC: 201803000089 /201804000002

733



VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL