

INFORME FINAL TESIS - TURNITIN (1).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	orcid.org Fuente de Internet	1%
3	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
6	issuu.com Fuente de Internet	<1%
7	smia.munlima.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1%
9	es.wikipedia.org Fuente de Internet	



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: Guevara Castro Alexandra Annie
D.N.I.: 75766543
Otro Documento:
Nacionalidad: Peruana
Teléfono: 900451992
e-mail: 1815011035@untels.edu.pe

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: Facultad de Ingeniería y Gestión
Programa Académico: tesis
Título Profesional otorgado: Ingeniero Ambiental

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: "VARIACIÓN MULTITEMPORAL A CAUSA DE FACTORES SOCIOAMBIENTALES DE LAS LOMAS DE VILLA MARIA, SECTOR LOMAS DEL PARAISO, PERIODO 2003 A 2023"
Fecha de Sustentación: 04 de diciembre de 2023
Calificación: Aprobado por unanimidad
Año de Publicación: 2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

Guevara Castro Alexandra Annie

APELLIDOS Y NOMBRES

75766543

DNI



Firma y huella:



Lima, 30 de julio del 20 24



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	ORTIZ HERNANDEZ HAYLO YAKIR
D.N.I.:	72537446
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANA
Teléfono:	991962193
e-mail:	2017210528@untelg.edu.pe

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTIÓN
Programa Académico:	TESIS
Título Profesional otorgado:	INGENIERO AMBIENTAL

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	# VARIACIÓN MULTITEMPORAL A CAUSA DE FACTORES SOCIOAMBIENTALES DE LAS LOMAS DE VILIA MARIA SECTOR LOMAS DEL PARAISO, PERIODO 2003 A 2023 "
Fecha de Sustentación:	04 DE DICIEMBRE DEL 2023
Calificación:	APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación:	2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA
A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

ORTIZ HERNANDEZ MAYLO YAMIR

APELLIDOS Y NOMBRES

72537446

DNI

Firma y huella:



Lima, 30 de Julio del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“VARIACIÓN MULTITEMPORAL A CAUSA DE FACTORES
SOCIOAMBIENTALES DE LAS LOMAS DE VILLA MARIA, SECTOR
LOMAS DEL PARAÍSO, PERIODO DEL 2003 A 2023”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES

GUEVARA CASTRO, ALEXANDRA ANNIE

ORCID: 0009-0009-3920-1495

ORTIZ HERNANDEZ, MAYLO YAMIR

ORCID: 0009-0002-1191-3676

ASESOR

GARZON FLORES, ALCIDES

ORCID: 0000-0002-0218-8743

Villa El Salvador

2023



DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En Villa El Salvador, siendo las 12:20 a.m. del día 04 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: GUILLERMO LORENZO VILCHEZ OCHOA DNI N° 08968007 C.I.P. N° 046448
SECRETARIO: JOSE ALFONSO APESTEGUIA INFANTES DNI N° 09359857 C.Q.F.P. N° 06538
VOCAL : RUBEN ARMANDO DAGA LOPEZ DNI N° 40791052 C.I.P. N° 117573
ASESOR : ALCIDES GARZON FLORES DNI N° 70298997 C.I.P. N° 212079

Designados mediante Resolución de Decanato N° 379-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto del 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al: Grado de Bachiller Título Profesional

Don: MAYLO YAMIR ORTIZ HERNANDEZ identificado(a) con D.N.I. N° 72537446 y Doña: ALEXANDRA ANNIE GUEVARA CASTRO identificado(a) con D.N.I. N° 75766543, procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación Tesis Trabajo de suficiencia Artículo científico

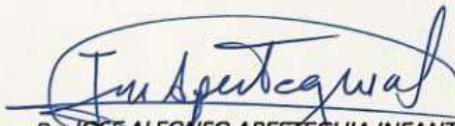
Titulado: "VARIACIÓN MULTITEMPORAL A CAUSA DE FACTORES SOCIOAMBIENTALES DE LAS LOMAS DE VILLA MARIA, SECTOR LOMAS DEL PARAÍSO, PERIODO 2003 A 2023".

Aprobado mediante Resolución de Decanato N° 815-2023-UNTELS-R-D de fecha 23 de noviembre, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante APROBADO por Unanimidad con la nota de: 14 (letras) Catorce (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
14	Catorce	Aprobado por Unanimidad	Buena.

Siendo las 1:10 p.m. horas del día 04 de diciembre del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.


Dr. JOSE ALFONSO APESTEGUIA INFANTES
SECRETARIO


Dr. GUILLERMO LORENZO VILCHEZ OCHOA
PRESIDENTE


Mg. RUBEN ARMANDO DAGA LOPEZ
VOCAL


MAYLO YAMIR ORTIZ HERNANDEZ
BACHILLER


ALEXANDRA ANNIE GUEVARA CASTRO
BACHILLER

DEDICATORIA

A nuestros padres, quienes nos brindaron su apoyo incondicional a lo largo de toda esta etapa, impulsándonos cada día a cumplir nuestras metas y brindarnos la fortaleza necesaria para no rendirnos ante cualquier obstáculo que se presente.

A nuestros hermanos y abuelos, por estar pendientes de nuestros avances y celebrar cada logro con nosotros.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos tener esta experiencia, a nuestros padres por su apoyo incondicional en todo momento.

A nuestros profesores que nos acompañaron a lo largo de esta etapa, brindándonos su apoyo en cada parte del proceso para la elaboración del presente trabajo.

A nuestros compañeros de la facultad de Ingeniería Ambiental por su gran compañerismo y sus constantes palabras aliento.

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en el Área de Conservación Regional (ACR) Lomas de Villa María, teniendo como objetivo principal evaluar la variación multitemporal a causa de factores socioambientales dentro de las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023.

La metodología utilizada en el estudio es descriptiva basada en la recopilación de información a través de revisión bibliográfica, visitas de campo, empleo de técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica. En la etapa de estimación de la variación multitemporal a causa del manejo turístico, se recopiló información de referencias bibliográficas, visitas de campo para obtener datos de la afluencia de turistas, y se solicitó información de la afluencia turística a la Asociación de las Lomas del Paraíso. En la etapa de estimación de la variación multitemporal a causa de la contaminación ambiental por la generación de residuos, se realizó una revisión bibliográfica de la problemática de residuos en el distrito y visitas de campo para identificar una muestra de los tipos de residuos desechados en las lomas y la cantidad de residuos encontrados.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la variación multitemporal a causa de la expansión urbana indican que el crecimiento poblacional desordenado ha provocado una pérdida significativa del 24.5% de la superficie de las Lomas de Villa María entre los años 2003 y 2023. Asimismo, se identifican otros factores determinantes en la disminución de la cobertura vegetal, como el tráfico de terrenos, el cambio en el uso del suelo, la introducción de especies no nativas, el turismo informal y la acumulación de residuos en las lomas o sus alrededores

Las conclusiones del estudio resaltan la importancia de integrar datos multitemporales para comprender las tendencias de cambio y adoptar tecnologías de teledetección. Además, se destaca la necesidad de implementar infraestructuras adecuadas para la gestión de residuos y campañas educativas para fomentar la segregación en la fuente y el consumo responsable, como acciones cruciales para mitigar la problemática creciente y proteger el medio ambiente. Asimismo, se concluye que la expansión demográfica tuvo un impacto negativo significativo en la cobertura vegetal, identificando múltiples factores, como el turismo no regulado, las invasiones y el tráfico de tierras. En ese sentido, como respuesta a estos hallazgos, se propone un plan de manejo ambiental que incluya estrategias a corto y largo plazo y la delimitación de zonas de uso permitidas y zonas prohibidas, con el objetivo de mitigar los impactos y la pérdida de superficie de las lomas.

ABSTRACT

This research focuses on the “Área de Conservación Regional Lomas de Villa María (ACR),” with the main objective of evaluating the multitemporal variation due to socio-environmental factors within of the “Lomas de Villa María- Sector El Paraíso” during the period from 2003 to 2023.

The methodology used in the study is descriptive based on the collection of information through bibliographic review, technical visits, use of remote sensing techniques and geographic information systems. In the stage of estimating the multi-temporal variation due to tourism management, information was collected from bibliographic references, field visits to obtain data on the influx of tourists, and information was requested from the “Asociación Lomas del Paraíso”. In the stage of estimating the multi-temporal variation due to environmental pollution due to waste generation, a bibliographic review of solid waste problem in the district and field visits were conducted to identify a sample of the types of waste discarded in the hills and the amount of waste found.

The results obtained from the evaluation of the multitemporal variation due to urban expansion indicate that disorderly urban expansion has caused a significant loss of 24.58% of the surface of the Lomas de Villa María between the years 2003 and 2023. Likewise, other determining factors in the decrease in vegetation cover, such as land traffic, change in land use, the introduction of non-native species, informal tourism, and the accumulation of waste on the hills or their surroundings.

The study's findings highlight the importance of integrating multi-temporal data to understand changing trends and adopt remote sensing technologies. In addition, it highlights the need to implement adequate infrastructure for waste management and educational campaigns to promote segregation at the source and responsible consumption as crucial actions to mitigate the growing problem and protect the environment. It also concludes that demographic expansion had a significant negative impact on vegetation cover, identifying multiple factors, such as unregulated tourism, invasions, and land trafficking. In response to these findings, an environmental management plan was proposed that included short- and long-term strategies and the delimitation of permitted use zones and prohibited zones, with the aim of mitigating the impacts and loss of surface of the hills.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
I.1. Motivación	2
I.2. Estado del Arte.....	2
I.3. Descripción del problema	3
I.4. Formulación del problema	4
I.4.1. Problema general	4
I.4.2. Problemas específicos.....	4
I.5. Objetivos de la investigación	5
I.5.1. Objetivo general	5
I.5.2. Objetivos específicos	5
I.6. Justificación del problema	5
1.7.1. Social	5
1.7.2. Ambiental	6
1.7.3. Teórica	6
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.1.1. Antecedentes Nacionales	7
2.1.2. Antecedentes Internacionales	9
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Base Legal	11
2.2.2. Lomas de Villa María	12

2.2.3.	Áreas de conservación Regional (ACR).....	13
2.2.4.	Lomas Costeras	14
2.2.5.	Expansión urbana	16
2.2.7.	Teledetección.....	19
2.2.7.3.	Imágenes satelitales	20
2.2.7.4.	Análisis multitemporal	21
2.2.8.	Índice de Vegetación	21
2.2.9.	Tecnologías de Información geográficas.....	23
III.	METODOLOGÍA.	24
3.1.	Descripción de la metodología	24
3.2.	Implementación de la investigación.....	24
3.2.1.	Etapas del desarrollo del plan de tesis.....	24
3.3.	Pruebas realizadas.....	26
3.4.	Resultados.....	27
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
VI.	CONCLUSIONES	102
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
	ANEXOS.....	111
	Anexo 1. Matriz de consistencia.....	111
	Anexo 2. Glosario de Términos.....	112
	Anexo 3. Mapas de la expansión urbana por años (2003-2023).....	114

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Ficha de recolección de Datos</i>	27
Tabla 2 <i>Identificación de los principales factores socioambientales que impactan las lomas de Villa María</i>	31
Tabla 3 <i>Zonas del distrito de Villa María del Triunfo</i>	37
Tabla 4 <i>Propiedades de las imágenes Satelitales descargadas por fechas</i>	48
Tabla 5 <i>Invasiones de terrenos en las Lomas de Villa María del Triunfo por años</i>	60
Tabla 6 <i>Proyecciones de la expansión urbana</i>	64
Tabla 8 <i>Propuesta de diseño de caseta de Vigilancia</i>	77
Tabla 9 <i>Propuesta de ubicación de las casetas de Vigilancia</i>	78

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Creación del Área de Conservación Regional</i>	13
Figura 2 <i>Expansión Urbana de las dos últimas décadas</i>	17
Figura 3 <i>Crecimiento del suelo urbano en el 2000 al 2015</i>	18
Figura 4 <i>Espectro electromagnético</i>	20
Figura 5 <i>Mapa de la propuesta de área del ACR Lomas de Villa María del Triunfo</i>	28
Figura 6 <i>Mapa de la propuesta de área del ACR Lomas de Villa María</i>	29
Figura 7 <i>Línea de tiempo del contexto de las Lomas de Villa María</i>	30
Figura 8 <i>Diagrama de factores más importantes que afectan a las Lomas de Villa María del Triunfo</i>	34
Figura 9 <i>Mapa de los factores sociambientales que impactan a las Lomas de Villa María- sector Lomas del Paraíso</i>	36
Figura 10 <i>Mapa urbano del distrito de Villa María del Triunfo</i>	38
Figura 11 <i>Gráfico de la población de Villa María a través de los años</i>	39
Figura 12 <i>Población de Villa María del Triunfo según sexo</i>	40
Figura 13 <i>Gráfico poblacional Villa María del Triunfo</i>	41
Figura 14 <i>Población de Villa María de Triunfo por sectores</i>	42
Figura 15 <i>Hogares de Villa María de Triunfo por sectores</i>	42
Figura 16 <i>Cantidad de viviendas por tipo en el distrito de Villa María del Triunfo</i>	43
Figura 17 <i>Variación de las Lomas de VMT a través de los años</i>	44
Figura 18 <i>Registros Fotográficos de la expansión urbana en las Lomas de Villa María</i> ... 45	
Figura 19 <i>Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada</i>	47
Figura 20 <i>Mapas de la expansión urbana (2003)</i>	50

Figura 21 <i>Mapas de la expansión urbana (2004)</i>	50
Figura 22 <i>Mapas de la expansión urbana (2005)</i>	51
Figura 23 <i>Mapas de la expansión urbana (2006)</i>	51
Figura 24 <i>Mapas de la expansión urbana (2007)</i>	52
Figura 25 <i>Mapas de la expansión urbana (2008)</i>	52
Figura 26 <i>Mapas de la expansión urbana (2009)</i>	53
Figura 27 <i>Mapas de la expansión urbana (2010)</i>	53
Figura 28 <i>Mapas de la expansión urbana (2011)</i>	54
Figura 29 <i>Mapas de la expansión urbana (2013)</i>	54
Figura 30 <i>Mapas de la expansión urbana (2014)</i>	55
Figura 31 <i>Mapas de la expansión urbana (2015)</i>	55
Figura 32 <i>Mapas de la expansión urbana (2016)</i>	56
Figura 33 <i>Mapas de la expansión urbana (2017)</i>	56
Figura 34 <i>Mapas de la expansión urbana (2018)</i>	57
Figura 35 <i>Mapas de la expansión urbana (2019)</i>	57
Figura 36 <i>Mapas de la expansión urbana (2020)</i>	58
Figura 37 <i>Mapas de la expansión urbana (2021)</i>	58
Figura 38 <i>Mapas de la expansión urbana (2022)</i>	59
Figura 39 <i>Mapas de la expansión urbana (2023)</i>	59
Figura 40 <i>Área de la expansión de terrenos por años</i>	61
Figura 41 <i>Perímetro de la expansión urbana por años</i>	62
Figura 42 <i>Superficie de las Lomas de Villa María</i>	63
Figura 43 <i>Expansión urbana en los últimos 5 años</i>	63
Figura 44 <i>Malla propuesta para el Cerco Perimétrico</i>	65
Figura 45 <i>Propuesta de Ubicación del Cerco Perimétrico</i>	66
Figura 46 <i>Aspectos derivados por la afluencia turística</i>	67
Figura 47 <i>Afluencia Turística Anual para el Servicio de Orientación Turística</i>	68
Figura 48 <i>Cantidad de Visitantes por género</i>	69
Figura 49 <i>Porcentaje de visitantes por mes</i>	70
Figura 50 <i>Cantidad de visitantes por Generación</i>	70
Figura 51 <i>Cantidad de visitantes por Grado de Instrucción</i>	72
Figura 52 <i>Cantidad de visitantes por ocupación en las Lomas del Paraíso</i>	73
Figura 53 <i>Difusión de información para la visita a las Lomas del Paraíso</i>	74
Figura 54 <i>Problemática Asociada al Apu Siqay</i>	75

Figura 55 <i>Indicador: Generación de residuos sólidos por año en Lima Metropolitana, 2005 - 2016</i>	79
Figura 56 <i>Generación de residuos sólidos en Villa María del Triunfo</i>	80
Figura 57 <i>Residuos sólidos del distrito de VMT</i>	81
Figura 58 <i>Perú: Generación de residuos sólidos municipales</i>	81
Figura 59 <i>Perú: Superficies degradadas por residuos sólidos municipales</i>	82
Figura 60 <i>Perú: Residuos sólidos municipales dispuestos en rellenos sanitarios</i>	82
Figura 61 <i>Fotografías de los residuos sólidos encontrados en las Lomas del Paraíso</i>	83
Figura 62 <i>Gráfica del tipo de residuos encontrados en las Lomas del Paraíso</i>	84
Figura 63 <i>Residuos en las Lomas del Paraíso</i>	84
Figura 64 <i>Tipos de residuos encontrados en las Lomas del Paraíso</i>	85
Figura 65 <i>Clasificación de los residuos encontrados según la NTP 900.050.2019</i>	86
Figura 66: <i>Diseño Propuesto para los Módulos de Reciclaje</i>	89
Figura 67 <i>Propuesta de ubicación de los Módulos de Reciclaje</i>	89

INTRODUCCIÓN

La preservación de Villa María constituye un tema de suma importancia socioambiental, que se enfrenta a desafíos significativos derivados de la expansión urbana, la gestión turística deficiente y la contaminación provocada por residuos sólidos. Estos factores han generado una variación a lo largo de los años en la cobertura vegetal de las lomas, lo que ha impactado negativamente en la biodiversidad y en los servicios ecosistémicos que estas áreas proveen. La evaluación de esta variación y sus impactos es crucial para comprender la magnitud de los cambios y para proponer medidas efectivas de manejo ambiental y conservación que garanticen la sostenibilidad a largo plazo de las Lomas de Villa María. En este contexto, la ingeniería ambiental juega un papel crucial al liderar la implementación de estrategias para la gestión ambiental integrada, el turismo sostenible y los programas de gestión de residuos, cuyo objetivo es asegurar la protección de estos ecosistemas frágiles.

En este sentido, es fundamental implementar estrategias efectivas de gestión de residuos, fomentar la reducción y el reciclaje de residuos, y adoptar actividades respetuosas con el entorno para hacer frente a este desafío ambiental. La conservación de las Lomas de Villa María no solo implica la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sino también la promoción del desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de las comunidades locales. Por lo tanto, es fundamental abordar estos desafíos de manera integral, involucrando y fortaleciendo la cooperación entre las partes interesadas.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I.1. Motivación

En base al contexto del estudio, el propósito de la investigación es evaluar la variación multitemporal por factores socioambientales en las lomas de Villa María enfocado en el Sector comúnmente como El Paraíso. Esta necesidad surge de la importancia de comprender el impacto de la expansión urbana, la gestión turística y la contaminación causada por desechos sólidos. Además, es esencial contar con información actualizada y precisa sobre los cambios en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo. Según el estudio de Giovanna Di Bitonto (2019) en Chile, abordó la escasez de agua a través de técnicas de captación de niebla y energías renovables, destacando la importancia de los oasis productivos en paisajes áridos. Otro estudio de Gonzaga Aguilar (2014) en Ecuador, llevó a cabo un análisis exhaustivo sobre la aplicación de índices de vegetación mediante el uso de imágenes satelitales con el fin de caracterizar la cobertura vegetal, estos estudios indican que la teledetección satelital y otras técnicas innovadoras se están utilizando para abordar los desafíos ambientales y administrar eficientemente los recursos naturales.

I.2. Estado del Arte

El empleo de imágenes satelitales para analizar la cobertura vegetal ha demostrado ser una herramienta sumamente útil en la investigación y gestión de ecosistemas. Estas imágenes ofrecen una visión detallada y precisa de la vegetación en áreas específicas, lo que facilita a los investigadores a identificar diferentes tipos de ecosistemas y la vegetación que los compone. Asimismo, las técnicas de teledetección y los sistemas de modelación han demostrado ser útiles para mejorar la precisión en la evaluación de los recursos naturales. Por consiguiente, estas herramientas posibilitan a los investigadores analizar las variaciones en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo, lo que resulta crucial para la planificación y gestión del territorio. Teopanta Moreno (2019).

I.3. Descripción del problema

El cambio en el uso del suelo y la consiguiente pérdida de cobertura vegetal han contribuido al calentamiento global y por consiguiente al cambio climático, esto se debe a factores socioambientales principalmente a la expansión urbana. Desde la primera Revolución Industrial, este fenómeno ha atravesado un proceso prolongado que aún persiste en la actualidad, con diversos impactos, como la aparición de nuevos asentamientos humanos cerca de las zonas industriales. Con el pasar del tiempo, estos asentamientos se han expandido hasta alcanzar los ecosistemas frágiles conocidos como las Lomas de Lima (Paredes, 2019)

Desde el inicio del siglo pasado la expansión urbana se ha multiplicado ocho veces en Sudamérica y el Caribe. (ONU-Hábitat, 2012) ocasionando diversas modificaciones, aumentando el crecimiento poblacional en zonas urbanas y rurales, afectando a ecosistemas costeros, por ende, siendo la principal causante de la pérdida de diversidad biológica (García, 2008).

Desde esta perspectiva, las lomas costeras de Lima, Perú, enfrentan una serie de desafíos socioambientales, tales como la expansión de áreas urbanas y la especulación de tierras, la explotación de recursos naturales y la contaminación del medio ambiente. Estos problemas afectan adversamente a la biodiversidad, resultando en la pérdida de flora y fauna, algunos de los cuales son endémicos y de gran relevancia tanto cultural como científica. Además, estos desafíos contribuyen al surgimiento de nuevas comunidades locales en la región. (Alonso Quispe & Jesús Solórzano, 2021).

Pocos estudios se han centrado en estos ecosistemas de gran valor científico. Las lomas albergan un extenso hábitat de flora y fauna endémica, muchas de las carecen de registros científicos. Estos registros serían valiosos para comprender cómo los efectos del cambio climático están impactando en nuestros ecosistemas a una velocidad significativamente más rápida que en otras regiones, a veces en un lapso de meses o semanas. Esto les confiere un papel crucial como indicadores del cambio climático. (BBC News Mundo, 2021).

En este contexto, el distrito de Villa María del Triunfo (VMT) alberga las lomas conocidas popularmente como Lomas de El Paraíso. Dado que las áreas circundantes a estas lomas no han sido adecuadamente delimitadas, existe un mayor riesgo de que se desarrollen actividades antrópicas, como la expansión urbana y la

extracción de recursos naturales, que podrían tener un impacto negativo directo en los ecosistemas y su diversidad biológica. Por consiguiente, resulta de suma importancia realizar un mapeo preciso de estos ecosistemas. Dado que, sin esta delimitación se dificulta la implementación de medidas efectivas de conservación, el establecimiento de políticas de manejo y seguimiento adecuados, así como la asignación eficiente de recursos para su protección y preservación. (Alonso Quispe & Jesús Solórzano, 2021).

Si bien ya desde el 2006 la loma de Villa María del Triunfo fue catalogada como área prioritaria para la conservación en el Perú por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA); y en el 2013 fue decretado como ecosistema frágil por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (Miyasiro López & UNMSM, 2016, pág. 18) recién en el año 2019 se establece el Decreto Supremo N° 011-2019-MINAM, decreto supremo que establece como Área de Conservación Regional (ACR) Sistema Lomas de Lima, con una Área de 13 485.74 ha, ubicado en los distritos de Ancón, Carabayllo, Independencia, Rímac, La Molina; San Juan de Lurigancho y Villa María del Triunfo, con el objetivo de conservar sus ecosistemas, su diversidad biológica y patrimonio cultural, los cuales forman parte de la Ecorregión Desierto de Sechura, garantizando así la provisión de servicios ecosistémicos en beneficio de las poblaciones aledañas y contribuyendo a la mitigación del cambio climático (MINAM, 2019). Sin embargo, estas medidas no son suficientes para su conservación y requieren de mayor intervención del estado y entes fiscalizadores.

I.4. Formulación del problema

I.4.1. Problema general

- ¿Cómo ha variado multitemporalmente a causa de factores socio ambientales las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023?

I.4.2. Problemas específicos

- ¿Cómo ha variado multitemporalmente a causa de la expansión urbana las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023?

- ¿Cómo ha variado multitemporalmente a causa del manejo turístico las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023?
- ¿Cómo ha variado multitemporalmente a causa de la contaminación por generación de residuos las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023?

I.5. Objetivos de la investigación

I.5.1. Objetivo general

- Evaluar la variación multitemporal a causa de factores socioambientales dentro de las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023.

I.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la variación multitemporal a causa de la expansión urbana de las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023.
- Analizar la variación multitemporal a causa del manejo turístico de las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023.
- Analizar la variación multitemporal a causa de la contaminación por residuos sólidos de las Lomas de Villa María - Sector Lomas del Paraíso durante el periodo del 2003 a 2023.

I.6. Justificación del problema

1.7.1. Social

Las lomas aledañas a la ciudad desempeñan un papel crucial en la mejora de la calidad de vida de los residentes de Lima al proporcionar beneficios tanto para la salud física como mental, especialmente para aquellos que residen en áreas periféricas con abundantes espacios verdes. Sin embargo, la expansión urbana de los asentamientos cercanos y otros problemas socioambientales han llevado al deterioro de estas lomas costeras. Por consiguiente, llevar a cabo

proyectos de investigación relacionados con esta problemática es de vital importancia, ya que nos permite enfocarnos en la conservación de estos ecosistemas que desempeñan un papel crucial en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la supervivencia humana, como la producción de aire limpio y agua. (Alonso Quispe & Jesús Solorzano, 2021).

1.7.2. Ambiental

Las lomas desempeñan un papel crucial en la provisión de servicios ecosistémicos, como la regulación del clima y la captura de carbono, lo que contribuye a mitigar los efectos del cambio climático al absorber y almacenar significativas cantidades de carbono atmosférico. (Avenidaño Cotrina, 2020). Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue ofrecer información fundamental para la preservación de este ecosistema, lo cual, a su vez, contribuirá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a mantener un equilibrio climático esencial para asegurar la sostenibilidad. (Alonso Quispe & Jesús Solorzano, 2021).

1.7.3. Teórica

La metodología empleada en este estudio es el análisis multitemporal, que se utiliza para evaluar las transformaciones en la extensión de las Lomas del Paraíso a lo largo del tiempo, empleando Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta metodología facilita el logro de los objetivos del estudio al proporcionar una visión periódica de las lomas a través de la interpretación de imágenes satelitales tomadas en distintos momentos, simplificando la comparación y el análisis de los cambios que han ocurrido. En este sentido, los datos e información obtenidos serán de gran utilidad para gestionar y conservar de manera óptima este ecosistema. (Correa Valencia, 2018)

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Gallardo Arévalo & Montes Corrales (2021), analizó el impacto negativo de la expansión urbana en la cobertura vegetal de las Lomas de Carabayllo. Para llevar a cabo este estudio, utilizó un enfoque de investigación aplicada, con un diseño no experimental y descriptivo. Asimismo, empleó el análisis multitemporal para evaluar el cambio de la cobertura vegetal a lo largo del tiempo. Los resultados del estudio mostraron una reducción notable en la cobertura vegetal. Aunque este tipo de cambios podrían estar relacionados con factores climáticos, se observó que las alteraciones ocasionadas por la expansión urbana desempeñaron un papel importante en esta disminución. El autor concluyó que los resultados significativos de la reducción de la cobertura vegetal entre los años 1986 y 2017 se deben principalmente al establecimiento de asentamientos urbanos en las laderas del ecosistema estudiado. En resumen, el estudio evidenció un impacto negativo y significativo de la expansión urbana en la cobertura vegetal de las lomas de Carabayllo a lo largo de las décadas, resaltando la importancia de abordar estos problemas para la conservación de este ecosistema.

Gálvez Paredes (2019), se enfocó en investigar los efectos del crecimiento poblacional en las lomas costeras, las cuales son de gran importancia debido a los valiosos servicios ecosistémicos que brindan. La investigación se basó en un diseño no experimental y utilizó un enfoque cualitativo, que se llevó a cabo a través de una revisión teórica exhaustiva. Los resultados obtenidos a partir de esta revisión teórica permitieron al autor integrar y contrastar la información proporcionada por diversos autores. Como conclusión, el autor determina que la principal causa del deterioro ambiental en estas áreas se debe al crecimiento poblacional desordenado, que a menudo resulta en viviendas precarias y la falta de servicios básicos. Esto, a su vez, conduce a la

aparición de enfermedades diversas y un impacto significativo en el medio ambiente. En última instancia, el autor concluyó que tanto la calidad de vida de los habitantes actuales como la de las futuras generaciones se ven perjudicadas de manera drástica debido a estos problemas, lo que destaca la necesidad de abordar el ordenamiento territorial de manera sostenible y responsable en estas áreas sensibles.

Quintanilla Ninapayta (2019), identificó los impactos del crecimiento demográfico en la cobertura vegetal de las Lomas de Villa María del Triunfo y, como resultado, propuso un plan de manejo ambiental para la conservación de este ecosistema. El enfoque de la investigación fue de tipo descriptivo y se desarrolló en varias etapas, desde la recopilación de información hasta el procesamiento de datos utilizando tablas estadísticas y análisis de regresión para evaluar el impacto en el ecosistema estudiado. Los resultados del estudio revelaron que el crecimiento poblacional desordenado provocó una pérdida significativa de aproximadamente el 35% de la cobertura vegetal entre los años 2002 y 2018. Además del crecimiento poblacional, se identifican otros factores determinantes en la disminución de la cobertura vegetal, como el tráfico de terrenos, el cambio en el uso del suelo, el pastoreo, la introducción de especies no nativas, el turismo informal y la acumulación de residuos en las lomas o sus alrededores. Como respuesta a estos hallazgos, el autor propuso un plan de manejo ambiental que incluía estrategias a corto y largo plazo y la delimitación de zonas de uso permitidas y zonas prohibidas. El objetivo de este plan fue mitigar los impactos y la pérdida de superficie en las lomas, concluyó que la expansión demográfica tuvo un impacto negativo significativo en la cobertura vegetal, según los resultados del análisis de regresión lineal. Además, identificó múltiples factores, como el turismo no regulado, el cambio de uso del suelo y la generación de residuos, que contribuyen al deterioro de las lomas. El plan de manejo ambiental propuesto representó un enfoque integral para abordar estos desafíos y conservar este valioso ecosistema.

Apedjinou Komlavi (2019), determinó el impacto causado por la expansión urbana descontrolada en las Lomas del Paraíso. Este estudio se basó en dos enfoques fundamentales: encuestas y revisión bibliográfica. El marco metodológico se centró en establecer relaciones causa-efecto y se empleó una metodología cuantitativa para cuantificar el número de viviendas en la periferia de las lomas y analizar el impacto de esta ocupación de tierras. Realizó debates objetivos y cruces de datos para comprender la problemática. Los resultados del estudio indicaron que desde la década de 1980 comenzaron a surgir los primeros indicios de establecimiento de casas y asentamientos urbanos en las zonas de las lomas, y con el tiempo, esta expansión urbana se ha extendido gradualmente hacia altitudes más elevadas. Además, obtuvo datos estadísticos sobre la disminución de la cantidad de especies en la zona debido a esta problemática, al analizar los resultados, el autor llegó a la conclusión de que las interacciones con el ecosistema se vieron perturbadas principalmente por actividades antrópicas, destacando las invasiones y la ocupación indiscriminada de espacios en las laderas de las lomas. Como solución, recomendó la aplicación de la técnica del pensamiento complejo, que se basa en un enfoque multidisciplinario e involucra a diversos actores y disciplinas científicas para abordar de manera efectiva este problema.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Giovanna Di Bitonto (2019) en su estudio “Oasis Productivo” abordó la escasez de agua en la provincia de Chañaral, Chile, a través de la implementación de técnicas de atrapanieblas y energías renovables. Su objetivo de basa en la importancia de los oasis (en otros lugares llamados Lomas costeras) en entornos desérticos y se promueve la conservación de los ecosistemas, de la cultura local y el desarrollo turístico. Una de las estrategias claves es la creación de un nuevo acceso, que facilitará la llegada de visitantes y fomentará la exploración de la región. Esto permitirá mostrar la belleza natural y la biodiversidad del área, atrayendo a turistas interesados en la naturaleza y las actividades al aire libre. Además, el proyecto incluye la implementación de recorridos educativos

que permitirán a los visitantes aprender sobre la flora local y el sistema de captura de agua de niebla. Estos recorridos brindarán la oportunidad de experimentar de cerca la flora y fauna únicas de la zona, así como la innovadora tecnología de recolección de agua. Finalmente, este proyecto se considera exitoso en términos de lograr sus objetivos al desarrollar un análisis detallado del contexto regional, identificar áreas de interés y analizar propuestas arquitectónicas y paisajísticas. Además, demuestra que es posible establecer un modelo autosuficiente y sostenible en territorios extremos que promueva actividades productivas, fortalezca la conservación natural de ecosistemas naturales y fomente el turismo.

Gonzaga Aguilar (2014) aplicó índices de vegetación a través de imágenes satelitales para caracterizar la cobertura vegetal en la provincia de Loja, Ecuador. Su objetivo principal fue estimar la calidad, el tipo y el estado actual de la cobertura vegetal utilizando tres índices de vegetación (NDVI, MSI y SAVI) obtenidos a partir de imágenes tomadas por los satélites ASTER y Landsat 7 ETM+. Realizó varias técnicas, que incluyeron la obtención de 173 puntos de muestreo al azar dentro del área de estudio utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Posteriormente, utilizó técnicas de análisis espacial para correlacionar los valores de los índices de vegetación, la precipitación y la temperatura con los puntos de muestra, con el propósito de calcular la superficie real de una red de áreas utilizando un modelo de elevación digital. Los resultados del estudio indicaron que las desviaciones estándares más bajas reflejaban una mejor calidad de las muestras, mientras que las desviaciones estándares más altas indicaban una mayor variabilidad en los valores de los píxeles en cada área de cobertura. Finalmente, concluyó que la utilización de imágenes satelitales es eficaz para evaluar el estado de la cobertura vegetal. Sin embargo, también destacó que se necesitan más investigaciones relacionadas para mejorar la precisión y la utilidad de estas técnicas. En resumen, el estudio resaltó la utilidad de la teledetección y la aplicación de índices de vegetación para proporcionar información valiosa sobre el estado y la calidad de la cobertura vegetal, así como su relación con el

clima. Además, indicó la importancia de continuar investigando y perfeccionando estas técnicas para obtener resultados más precisos y útiles en el futuro.

Teopanta Moreno (2019) evaluó los cambios en la cobertura vegetal a lo largo del tiempo en un área determinada. Para lograr esto, se llevó a cabo una serie de procedimientos que incluyeron la delimitación precisa del área de estudio, la recopilación de información relacionada con estudios florísticos previos, la utilización de imágenes satelitales y trabajos de campo para verificar y validar los datos. El estudio identificó cambios significativos en la cobertura vegetal a lo largo del período analizado, lo que permitió la clasificación de varios tipos de ecosistemas en la zona de estudio. Estos ecosistemas incluyen bosques, páramos, áreas agrícolas y zonas urbanas. Además, el análisis identificó especies vegetales dominantes y representativas en cada uno de estos ecosistemas. Los resultados obtenidos aportan información valiosa que puede ser utilizada para la gestión del territorio y la conservación de los diversos ecosistemas presentes en la región. Este tipo de análisis multitemporal es fundamental para comprender la dinámica de los cambios en la cobertura vegetal y la toma de decisiones informadas para la protección y preservación de los recursos naturales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Base Legal

- LEY N° 27972 Ley orgánica de Municipalidades.
- Ordenanza N.º 1084 que modifica el plano de zonificación del distrito de Villa María del Triunfo, declara las lomas como área de protección paisajista.
- Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N.º 29029, Ley de la Mancomunidad Municipal, modificada por la Ley N.º 29341.
- RM N°0401-2013-MINAGRI: Reconocen a la Loma VMT como Ecosistema Frágil y se ha incluido en la Lista de Ecosistemas Frágiles del Ministerio.

- Ordenanza N.º 272-MVMT, que declara de interés local las Lomas de Villa María del Triunfo.
- DS N.º 011-2019-MINAM Decreto Supremo que designa el Área de Conservación Regional del Sistema de Lomas de Lima.
- LEY N.º 27314: Ley General de Residuos Sólidos establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades para garantizar una gestión y manejo adecuados de los residuos sólidos.

2.2.2. Lomas de Villa María

La ocupación histórica de las lomas de Villa María del Triunfo comenzó en el siglo XX, coincidiendo con la construcción del ferrocarril Lima-Chilca. En ese período, la zona fue ocupada por una empresa de producción de cemento, lo que atrajo a un gran número de trabajadores y condujo al desarrollo de la ciudad. No obstante, esta expansión urbana tuvo también un impacto negativo en el ecosistema de las Lomas y desencadenó conflictos socioambientales. Con el paso de los años, el cambio climático y el crecimiento urbano han contribuido al deterioro de las lomas (García et al., 2014).

Las lomas de Villa María abarcan un área de 627.94 hectáreas. Esta área se caracteriza por un sistema de quebradas y lomas, esto abarca hasta áreas de roca expuesta. En las áreas más bajas, la vegetación principal está compuesta por *Ismene Amancaes*, también llamada popularmente Flor de Amancaes. La elevación de esta loma comienza a los 500 msnm y alcanza su punto más alto a 1050 msnm, según datos del Plan de Gestión de Residuos Sólidos de La Molina (PGRLM) en 2019 (Ramirez Valverde, 2023).

A continuación, se relata todo el proceso de la creación de ACR de las lomas (ver Figura 1). En 2011, la Municipalidad Metropolitana de Lima realizó un estudio para identificar ecosistemas estratégicos en la ciudad y desarrollar planes de uso sostenible para ellos. Uno de los ecosistemas prioritarios identificados fue el Sistema de Lomas Costeras. En el año 2012 se inició el "Programa Metropolitano Lomas de Lima" con el propósito de preservar y aprovechar de forma sostenible los recursos naturales y la diversidad biológica presentes en estas colinas. (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014). El programa se centró en la creación de un área de conservación regional, la promoción de circuitos ecoturísticos, la restauración ecológica y

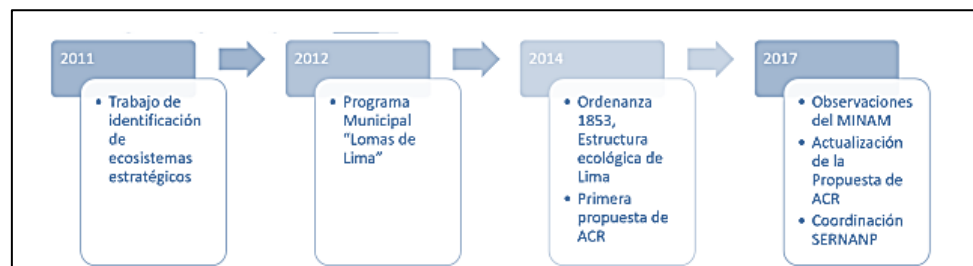
la formulación de proyectos de parques en las lomas. Para establecer un área de conservación regional, la Municipalidad Metropolitana de Lima elaboró una propuesta que debía ser evaluada por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) y aprobada por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

En el año 2014, se promulgó la Ordenanza N° 1853, la cual reconoció al Sistema de Lomas Costeras como un ecosistema estratégico de gran importancia para la ciudad de Lima. Ese mismo año, la Municipalidad Metropolitana de Lima presentó su primera propuesta al SERNANP para establecer el Área de Conservación Regional Sistema de Lomas de Lima. Este proceso demuestra un compromiso con la conservación de este valioso ecosistema y su importancia para la ciudad (Ramirez Valverde, 2023).

Durante el periodo comprendido entre 2015 y 2017, el expediente técnico fue sometido a evaluación por parte del ente supervisor de las áreas naturales protegidas, SERNANP, así como por el Ministerio del Ambiente, MINAM.

Figura 1

Creación del Área de Conservación Regional



Fuente: Antecedentes previo al establecimiento del ACR Sistema Lomas de Lima (Ramirez Valverde, 2023).

2.2.3. Áreas de conservación Regional (ACR)

La instauración de esta Área de Conservación Regional fue factible gracias a la iniciativa presentada por la municipalidad de Lima, con el respaldo técnico del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) y la colaboración técnica del Proyecto EbA Lomas del PNUD. También se destacó el trabajo persistente de las organizaciones locales, ONGs, líderes comunitarios y voluntarios que, sin esperar beneficios

económicos, unieron fuerzas para salvaguardar estos ecosistemas. (Servicio de Parques de Lima-SERPAR, 2014).

2.2.4. Lomas Costeras

Son ecosistemas estacionales que se genera a lo largo de las cimas de los cerros del Océano Pacífico con orientación hacia el mar, emergen como resultado de la influencia directa de factores como el clima, el suelo y la topografía, sin embargo, su configuración y características varían según la proximidad al mar, la altitud, la pendiente y las condiciones microclimáticas. (PNUD, 2018).

Las Lomas de Lima se presentan como un refugio natural en medio del bullicio urbano. Este concepto propone aprovechar y preservar la belleza paisajística de las lomas, promoviendo la conservación de su flora y fauna autóctona. Mediante senderos ecológicos, miradores estratégicos y áreas recreativas, se busca que los habitantes de Lima puedan disfrutar de un espacio tranquilo y alejado del caos de la ciudad, conectándose con la naturaleza y promoviendo un estilo de vida saludable. Además, de fomentarse la educación ambiental y la conciencia ecológica, para que las futuras generaciones valoren y protejan este valioso tesoro natural en el corazón de la ciudad (SMIA, 2019).

2.2.4.1. Características de las lomas costeras

Las lomas costeras presentan atributos distintivos que las hacen susceptibles como ecosistema frágil, ya que son sensibles a los impactos derivados de las actividades humanas que ocurren en su área circundante (León Rojas, 2022). La presencia de neblinas en esta región se debe a su proximidad al mar, lo que permite que las lomas se vean beneficiadas con un suministro de agua para su flora y fauna autóctonas. Estas neblinas pueden observarse desde altitudes que varían desde el nivel del mar hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar, gracias a un fenómeno conocido como inversión térmica. Sin embargo, a altitudes más elevadas, no encontramos vegetación en las laderas de las lomas debido a esta particularidad climática, durante la temporada de invierno, la humedad relativa del aire es especialmente alta, superando el 80%. Además, las precipitaciones oscilan entre 40 y 100 mm al año, una

cantidad significativamente mayor en comparación con la región desértica que rodea estas lomas. Esta condición climática propicia un entorno más propicio para la vegetación, lo que explica la mayor densidad de vegetación en esta área en comparación con las zonas desérticas circundantes. (Gallardo Arévalo & Montes Corrales, 2021).

El proceso de formación de las lomas tiene su inicio en las costas del mar peruano, influenciado por la corriente fría de Humboldt que fluye de sur a norte. Esta corriente fría interactúa con la radiación solar, lo que da lugar a la formación de nubes que, a su vez, provocan bajas temperaturas en la zona. Estas nubes también están relacionadas con la humedad y las neblinas que caracterizan la región.

Las lomas se cubren de vegetación cuando estas neblinas cargadas de humedad se precipitan sobre el suelo. Esta lluvia de neblina permite que las semillas y bulbos de las especies adaptadas al clima desértico comiencen a germinar y crecer. Este proceso de reverdecimiento generalmente ocurre durante el invierno austral, que abarca aproximadamente los meses de julio a octubre. Sin embargo, el florecimiento de la planta conocida como "Amancaes" (una especie emblemática de la región) es un fenómeno destacado que marca la llegada de la primavera. Este evento es esperado con gran interés y simboliza la belleza y fragilidad de este ecosistema único. (Ismene Amancaes) lo hace a finales de junio dando inicio a una nueva temporada de lomas (PNUD, 2018).

2.2.4.2. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal puede definirse como un ejemplo de “resiliencia ecológica urbana” presente en un área determinada pueden albergar diversos ecosistemas, sirve de hábitat de diversas especies, de flora y fauna y se caracterizan por ser endémicas y estacionales dado que dependen de la humedad proveniente de la neblina por la interacción de corrientes frías marinas, implicando capacidad de sobrevivir, adaptarse y recuperarse de los impactos humanos y naturales en un entorno altamente urbanizado (Gallardo Arévalo & Montes Corrales, 2021).

A pesar de enfrentar desafíos significativos, como la presión para el desarrollo urbano y la explotación de recursos naturales, las lomas de Lima mantienen

su función en la protección contra la erosión del suelo, la regulación del clima local y la biodiversidad única y proporcionan servicios ecosistémicos cruciales a las comunidades locales, a pesar de la presión continua de la urbanización. (Tocto Chavez & Rodriguez Criollo, 2022)

2.2.4.3. Servicios ecosistémicos de las lomas costeras

Las lomas costeras brindan varios servicios ecosistémicos, que incluyen: Provisión de recursos, formación del suelo, valor estético, provisión de alimento, depuración del aire, valor espiritual y religioso, valor educativo, polinización, estos servicios ecosistémicos son cruciales para el bienestar y la calidad de vida de los limeños (PNUD, 2018).

2.2.4.4. Situación actual de las lomas costeras

Las lomas costeras se encuentran en constante amenaza por varios factores, dentro de ellos el cambio climático, con el aumento de temperaturas y disminución de las precipitaciones provocando anomalías meteorológicas, que podrían desencadenar en desastres naturales (Giovanna Di Bitonto, 2019). Un factor crucial para considerar es la expansión urbana, la cual ha resultado en la degradación de una porción considerable de los ecosistemas. A pesar de que existen mecanismos legales que designan ciertas áreas como protegidas, la falta de acción por parte de las autoridades municipales en su preservación ha facilitado la ocupación ilegal y la subdivisión de terrenos, bajo el pretexto de promover la agricultura urbana. (García et al., 2014).

2.2.5. Expansión urbana

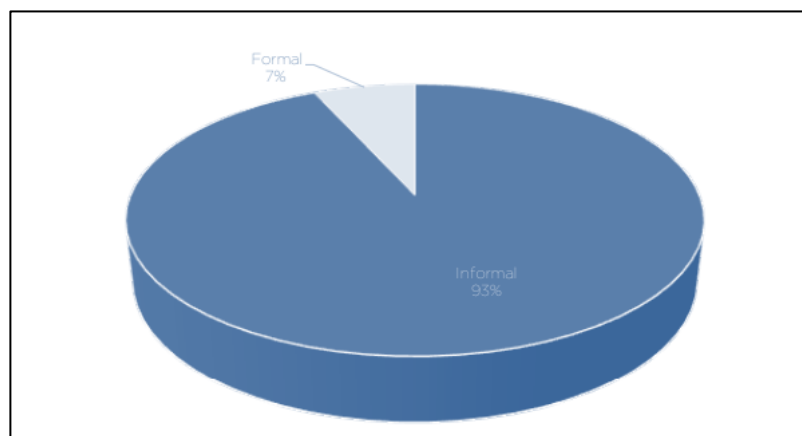
La expansión urbana hacia la costa se da a lo largo del tiempo de forma progresiva, aumentando exponencialmente desde la revolución industrial. Esta tiene un efecto directo en la migración de la población hacia la costa, ante la inminente demanda de mano de obra, lo que da inicio a la formación de nuevos asentamientos humanos aledaños a las zonas industriales (Alonso Quispe & Jesús Solórzano, 2021), esto conlleva a modificar los límites y dimensiones de numerosas lomas, perturbando la vegetación, reduciendo tanto la cantidad como la calidad del agua y del suelo (Aranda Javes & Vilca Chipana, 2022).

2.2.5.1. Crecimiento poblacional y urbanizaciones

En las últimas décadas, los ecosistemas de lomas han sufrido un deterioro significativo debido a la expansión urbana continua y desordenada, causada por la falta de políticas públicas de desarrollo urbano social. Según la investigación más reciente realizada por Espinoza y Fort (2020) acerca de la expansión urbana en el Perú (ver Figura 2), las ciudades han crecido aproximadamente un 50% en las últimas dos décadas. Sorprendentemente, el 93% de la expansión urbana desde el año 2001 se ha producido mediante asentamientos urbanos no regulados, de los cuales el 47% surge de ocupaciones ilegales, como invasiones y tráfico de tierras, y el 46% proviene de lotizaciones informales. Solo el 6% corresponde a urbanizaciones formales, y apenas un 1% a iniciativas de vivienda social. Las invasiones, en su mayoría, carecen de servicios básicos, infraestructura y títulos de propiedad, lo que impide a sus habitantes acceder a una adecuada infraestructura y servicios básica.

Figura 2

Expansión Urbana de las dos últimas décadas



Fuente: Desde el año 2003, el 93% del suelo urbano ha sido ocupado por urbanizaciones informales, las cuales son áreas habitacionales que carecen de una habilitación urbana completa.(GRADE, 2020)

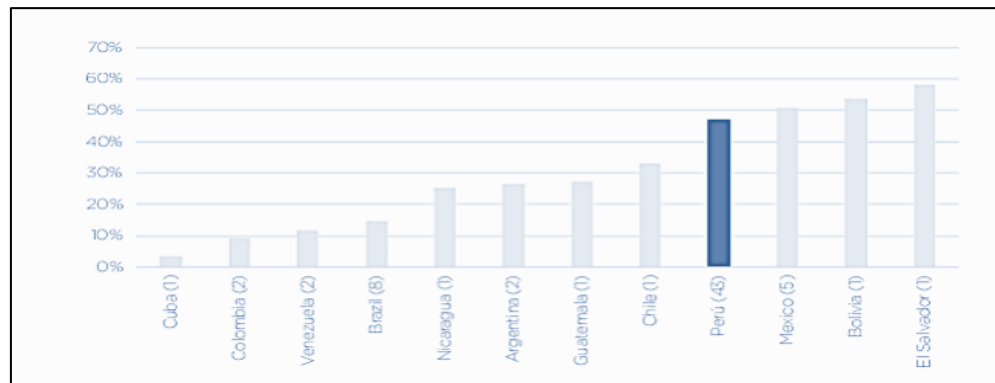
En la zona de Villa María del Triunfo (VMT), estas ocupaciones se llevan a cabo en los ecosistemas de lomas, aunque no sean aptos para la construcción de viviendas debido a su elevada fragilidad, su suelo poco firme y las fuertes

pendientes que aumentan el riesgo de deslizamientos. Además, la alta humedad en estas áreas favorece la proliferación de enfermedades respiratorias (Espinoza & Fort, 2020).

La expansión urbana en el Perú sigue siendo una de las más elevadas del promedio 30% registrado en países latinoamericanos (ver Figura 3).

Figura 3

Crecimiento del suelo urbano en el 2000 al 2015



FUENTE: La expansión urbana en el Perú sigue siendo una de las más elevadas del promedio 30% registrado en países latinoamericanos. *Fuente:* (GRADE, 2020)

2.2.5.2. Las lomas costeras como indicadores ambientales

Las lomas actúan como un indicador de cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación, así como del impacto de la urbanización aledaña que se convierte en un factor para la generación de Gases Efecto Invernadero (GEI) y la producción islas de calor, los cuales se encuentran estrechamente relacionados con el cambio climático y el calentamiento global (Arellano Ramos & Roca Cladera, 2015).

La contribución de la urbanización al cambio climático tiene dos aspectos distintos. Por un lado, está relacionada con la producción de GEI en entornos urbanos, lo que contribuye significativamente al calentamiento global del planeta. Por otro lado, se refiere a la radiación específica generada por las superficies urbanas, que influye en la liberación de calor sensible y latente en función de las características de las cubiertas urbanas y su nivel de humedad (Arellano Ramos & Roca Cladera, 2015)

El ordenamiento territorial desempeña un papel esencial en la mejora de la calidad ambiental de las ciudades urbanizadas aledañas a zonas sensibles en respuesta al cambio climático global. Las iniciativas para aumentar la resiliencia de las ciudades al cambio climático en este nivel siguen siendo teóricas y no se han implementado en la práctica, a pesar de la abundante investigación científica sobre los impactos de la urbanización en el clima y los efectos perjudiciales en la salud y la calidad de vida de las personas debido a eventos climáticos extremos (Carvajal & Pabón, 2014).

2.2.6. Importancia de las lomas costeras

Estos ecosistemas son de gran importancia para la biodiversidad y el bienestar humano, alberga gran cantidad de diversidad de especies y proporciona servicios ecosistémicos valiosos como la provisión de recursos y captación de agua atmosférica, este ambiente húmedo es ideal para la para generar una vegetación periódica denomina lomas (PNDU, 2022).

Por lo tanto, es muy importante la conservación y protección de estos ecosistemas por su gran biodiversidad en zonas áridas y por el valor ambiental que tienen para una metrópoli sin suficientes áreas verdes (PNDU, 2022).

2.2.7. Teledetección

2.2.7.1. Fundamentos físicos de la teledetección

La teledetección es una herramienta que permite la obtención de imágenes satelitales que son de gran utilidad para brindar información de las características de una determinada área empleando sensores remotos. (Gallardo Arévalo & Montes Corrales, 2021). Se considera una ciencia multidisciplinaria que se basa en la adquisición de información a distancia sobre la superficie de la Tierra o de otros cuerpos celestes utilizando sensores. Estos sensores pueden ser de diversos tipos, como cámaras, escáneres y radares, desempeñando un papel fundamental en la recopilación de datos que luego se utilizan en aplicaciones de teledetección. Cada tipo de sensor tiene sus propias características y capacidades, lo que permite obtener información específica sobre diferentes aspectos de la superficie terrestre, como la vegetación, la

topografía, la temperatura, la humedad, etc. Estos datos se utilizan en una variedad de campos, como la cartografía, la gestión ambiental, la agricultura, la climatología y la planificación urbana, entre otros. (Fronta Llogroño-Naranjo et al., 2020)

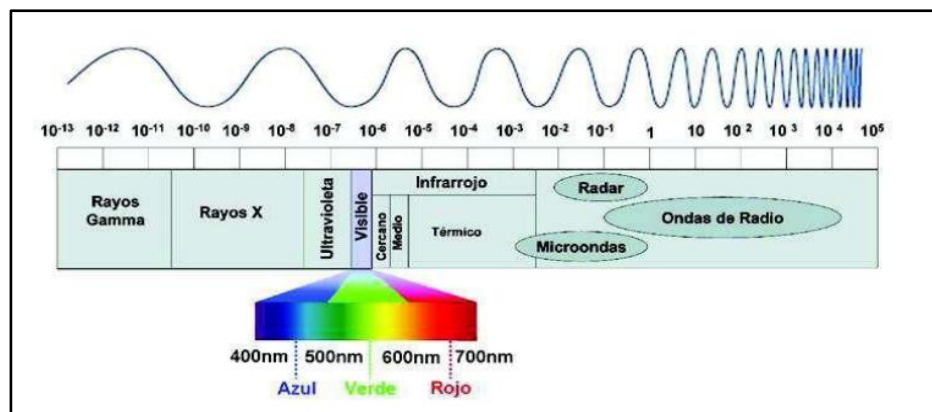
2.2.7.2. Espectro electromagnético

Consiste en los rangos de toda la radiación electromagnética posible. Para la detección se requiere distinguir varias bandas espectrales utilizadas con la tecnología moderna. (Gallardo Arévalo & Montes Corrales, 2021)

Su nombre y la amplitud puede variar entre los distintos autores, aunque el término más común es el siguiente (ver Figura 4):

Figura 4

Espectro electromagnético



Fuente. En el gráfico se muestran los rangos de toda la radiación electromagnética (Gonzaga, 2014)

2.2.7.3. Imágenes satelitales

Las imágenes satelitales corresponden a la captura de la radiación electromagnética empleando los sensores remotos instalados en los satélites. (Gallardo Arévalo & Montes Corrales, 2021)

Hay una gran variedad de imágenes satelitales y estas corresponden a los tipos de sensores. Es así como dependiendo de su resolución espacial e información espectral son empleados para diversos fines. (Ben, 2007).

La información de la radiación solar que es reflejada por la superficie es capturada por el sensor y posteriormente registrado en forma digital. Una característica de las imágenes satelitales es que cuenta con celdas o píxeles, y que cada uno de estos píxeles cuentan con un valor numérico dado en base a la radiancia recibida por el sensor respecto a la medida o proporción de superficie. (Gonzaga Aguilar, 2014)

2.2.7.4. Análisis multitemporal

El análisis multitemporal es un método de investigación que implica el seguimiento cronológico de imágenes satelitales de una ubicación específica. Este proceso tiene como objetivo principal evaluar y detectar los cambios que han ocurrido en esa área a lo largo del tiempo. Al realizar un análisis temporal, es posible identificar si ha habido una disminución o aumento en la cobertura vegetal durante un intervalo de tiempo predefinido. Este enfoque es valioso en diversas aplicaciones, como la monitorización de la deforestación, la evaluación ambiental de proyectos de desarrollo, la monitorización de modificaciones en el uso del suelo, y la comprensión de las dinámicas naturales y antropogénicas que afectan a un paisaje o ecosistema en particular. Al comparar imágenes satelitales de diferentes momentos, los investigadores pueden obtener información valiosa sobre cómo ha evolucionado una determinada área a lo largo del tiempo y tomar decisiones informadas en función de esos hallazgos. (Farnum & Murillo G, 2019)

En adición, con este proceso se logra obtener un registro histórico de la dinámica del área, permitiendo evaluar diversos aspectos como la expansión urbana, variación climatológica, variación en el uso del suelo, variación en la cobertura vegetal, entre otros. Es un método factible para realizar la estimación de futuros escenarios. (Gallardo Arévalo & Montes Corrales, 2021)

2.2.8. Índice de Vegetación

El índice se obtiene mediante la combinación de las bandas espectrales asignadas por el sensor satelital, utilizando la técnica de teledetección. Este índice se utiliza para diferenciar entre los tipos de cobertura vegetal,

desde la que tienen una densidad baja hasta las que son vigorosos y densos. La clave para distinguir entre estos tipos de cobertura radica en el comportamiento de las bandas del espectro. Por ejemplo, si una banda del espectro tiene una alta absorción y una baja reflectividad, eso la hace especialmente visible en la imagen. En contraste, si una banda del infrarrojo cercano tiene una baja absorción y una alta reflectividad, será menos visible en la imagen. Este principio general se basa en el contraste, y es especialmente marcado cuando se trata de una cobertura vegetal vigorosa en comparación con otros tipos de cobertura o terreno, estos se basan en la forma en que las diferentes bandas espectrales interactúan con la vegetación, permitiendo identificar y caracterizar la densidad y la salud de la cobertura vegetal en una imagen satelital. (Gonzaga Aguilar, 2014).

- Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

El NDVI es un índice de vegetación más conocido y empleado en diversos estudios de investigación por su sencillez y su facilidad de cálculo, es una combinación de bandas espectrales capturadas por sensores a bordo de un satélite de teledetección y dispone de un rango de variación fijo (entre -1 y $+1$). Esto fijará umbrales para poder comparar las imágenes satelitales. (Gonzaga Aguilar, 2014).

El NDVI se obtiene de realizar un cálculo simple, dado que ya se tiene una fórmula determinada permitiendo la comparación multitemporal de una misma zona, cuyos valores menores a $0,1$ se interpreta como suelos desnudos o cuerpos de agua, mayor a $0,1$ es equivalente a cobertura vegetal, mientras más alto indican los valores mayores es la cantidad de vegetación. (Gallardo Arévalo & Montes Corrales, 2021).

Los valores del NDVI son el reflejo de la relación de la banda roja y una banda en el infrarrojo cercano (NIR). Por tanto, en la vegetación la banda roja se ve influenciada por la cantidad de clorofilas, mientras que la banda NIR es influenciada por el contenido de agua. (Barlin & Miguel Armando, 2019)

La aplicación de este método permite entender el comportamiento de la cobertura vegetal que en su mayoría está marcado por su ciclo fenológico y otros factores como climáticos, actividad antrópica como la expansión urbana y el pastoreo, entre otros. (Gallardo Arévalo & Montes Corrales, 2021)

El NDVI se calcula mediante la siguiente expresión:

$$NDVI = \frac{(IRC - R)}{(IRC + R)}$$

Donde:

NIR= reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al infrarrojo cercano

R= reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al rojo.

IRC: reflectividad en el infrarrojo cercano

2.2.9. Tecnologías de Información geográficas

Las Tecnologías de la Información Geográfica consisten en un conjunto de técnicas y métodos clásicos y modernos relacionados con la cartografía (lectura, interpretación y elaboración de mapas), la fotointerpretación (fotografías aéreas verticales tomadas desde aviones que permiten analizar el desarrollo de los territorios) o la teledetección (que proporcionan claves de interpretación geográfica satelital y de sistemas de información espacial para la toma de datos y sistemas de información espacial). (Quirós Hernández, 2011)

III. METODOLOGÍA.

3.1. Descripción de la metodología

El diseño de la investigación es de naturaleza no experimental, ya que no se manipulan los datos y las variables empleadas no son manipuladas para su análisis. Asimismo, cuenta con un diseño longitudinal, porque se estudió la dinámica de la cobertura vegetal de las lomas en un intervalo de tiempo. Adicionalmente, comprende un diseño casual porque la variable independiente provoca un efecto en la dependiente.

3.2. Implementación de la investigación

3.2.1. Etapas del desarrollo del plan de tesis

ETAPA PREVIA: Diagnóstico del área de investigación y de los principales factores socio ambientales con influencia en las Lomas del Paraíso.

Diagnóstico del área de investigación y de los principales factores socio ambientales con influencia en las Lomas de Villa María, enfocado en el sector conocido popularmente como Lomas del Paraíso.

En esta etapa se recopila información obtenida por revisión bibliográfica correspondiente a la ubicación, delimitación de las coordenadas, características del medio físico y aspectos socioeconómicos.

Consecuentemente, se realizó recorridos en el área de estudio para identificar en campo lo revisado previamente mediante la revisión bibliográfica. En este sentido, se elaboró mapas correspondientes a sus características empleando imágenes satelitales y registros fotográficos de visitas realizadas al área de estudio.

En base a lo anterior, se obtuvo información relevante respecto a los principales factores socio ambientales con influencia en la variación del paisaje de las Lomas de Villa María del Triunfo - Sector El Paraíso en las últimas dos décadas.

ETAPA I: Estimación de la variación multitemporal a causa de la expansión urbana.

Se realizó el procesamiento de imágenes satelitales y se procedió a determinar la fluctuación en la extensión de la vegetación, haciendo uso del Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en ArcGIS para cada año de estudio.

Para la resolución de esta etapa, el primer paso fue la búsqueda y descarga de imágenes satelitales apropiadas para el estudio, para ello se descargó imágenes de cada año del período correspondiente y se utilizaron las bandas para los siguientes pasos.

Se procedió a realizar las correcciones correspondientes tanto de correcciones atmosféricas para luego realizar una conversión de la radiancia a temperatura en el sensor. Una vez realizado los pasos anteriores se calculó el índice el NDVI utilizando las bandas 4 y 3 para calcular la diferencia normalizada del índice de vegetación. Esto es importante para estimar la cantidad de vegetación presente, dado que una vez obtenido el cálculo de la proporción de vegetación se procedió a calcular la emisividad de la superficie terrestre. Con ello obtenemos la temperatura de la superficie terrestre, un factor importante en el estudio a partir de imágenes de sensores remotos, dado que controla la mayoría de los procesos tanto físicos, químicos y biológicos de la Tierra.

Por consiguiente, a partir de este cálculo de la temperatura de superficie terrestre se realizó la categorización de las zonas con vegetación y las zonas densamente urbanizadas. Finalmente, se obtuvo como resultados las áreas que ocupan la expansión urbana a través de los años y la superficie en hectáreas de las Lomas de Villa María.

ETAPA II: Estimación de la variación multitemporal a causa del manejo turístico

En esta etapa se recopiló información de referencias bibliográficas y visitas técnicas para obtener datos de la afluencia de turistas en las temporadas altas y bajas, y de este modo evaluar si hay un exceso en la capacidad de carga en el ecosistema de las lomas.

Asimismo, se solicitó información de la afluencia turística a la organización de las Lomas del Paraíso, y se procedió a agrupar la información por años y elaborar gráficos para una mejor comprensión.

ETAPA III: Estimación de la variación multitemporal a causa de la contaminación ambiental por la generación residuos

Para esta etapa se obtuvo información de revisiones bibliográficas de la generación de residuos en el distrito y se realizaron visitas de campo por el sector, identificando una muestra de los tipos de residuos de residuos que suelen ser desechados en las lomas y su distinción por cantidad de residuos hallados.

En base a lo anterior, los resultados que se obtuvieron en las etapas mencionadas brindan soluciones factibles que impulsan acciones de conservación y aprovechamiento sostenible a nivel de gestión distrital, gestión metropolitana y a nivel de organizaciones no gubernamentales.

3.3.Pruebas realizadas

A través del empleo de las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Técnicas

Para llevar a cabo este estudio, se utilizaron las siguientes técnicas:

- Revisión bibliográfica
- Teledetección de imágenes satelitales
- Procesamiento mediante sistemas de Información Geográfica
- Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)
- Gráficos estadísticos

- Instrumentos

- Tesis previas, libros, artículos y páginas web.
- Imágenes satelitales descargadas de Google Earth Pro y el geoservidor del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).
- Softwares de Sistema de Información Geográfica ArcGIS.
- Tablas dinámicas en Excel.

- Ficha de recolección de datos

Tabla 1*Ficha de recolección de Datos*

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
INVESTIGADOR 1	GUEVARA CASTRO ALEXANDRA ANNIE			
INVESTIGADOR 2	ORTIZ HERNANDEZ MAYLO YAMIR			
ASESOR	GARZON FLORES ALCIDES			
ÍTEM	PERIODO	DESCRIPCIÓN	FUENTE DE RECOLECCIÓN	METODOLOGÍA
Variación multitemporal a causa de factores socioambientales dentro de las Lomas de Villa María	2003-2023	Expansión urbana	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión bibliográfica - Visitas a campo - Información documentada 	<ul style="list-style-type: none"> - NDVI: se basa en la combinación de bandas espectrales asignadas por el sensor satelital, utilizando la técnica de teledetección. - TEMPRERATURA DE LA SUPERFICIE TERRESTRE: se utiliza para diferenciación de las áreas de cobertura vegetal y de las áreas urbanas. - FUENTE USGS: se basó en la descarga de imágenes de Landsat 7 y Landsat 8 a través del geoservidor del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Se seleccionaron imágenes con poca nubosidad en el área de estudio, y se utilizaron las bandas correspondientes del espectro visible e infrarrojo cercano para el cálculo del NDVI (2003-2023)
Variación multitemporal a causa del manejo turístico de las Lomas de Villa María	2003-2023	Manejo turístico	<ul style="list-style-type: none"> - Visitas a campo - Recolección de información documentada 	<ul style="list-style-type: none"> - REGISTRO DE VISTANTES: Se basó en el registro de los visitantes por categorías y fechas de mayor afluencia turística solicitada a la Asociación Centro Ecoturístico Lomas de Paraíso (2016-2022) - REVISION BIBLIOGRAFICA: se basó en la documentación referente con datos estadísticos sobre la afluencia turística. (2003-2023)
Variación multitemporal a causa de la contaminación por residuos sólidos de las Lomas de Villa María	2003-2023	Gestión de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> - Visitas a campo - Identificación de tipo de residuos In situ - Revisión bibliográfica 	<ul style="list-style-type: none"> - CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS: se recolectó muestras en campo del tipo de residuos para la clasificación y la visibilización de su potencial.(2023) - REVISION BIBLIOGRÁFICA: Se basó en la recopilación de información registrada sobre la cantidad de residuos generados. (2003-2023)

Fuente: Elaboración Propia (2023).

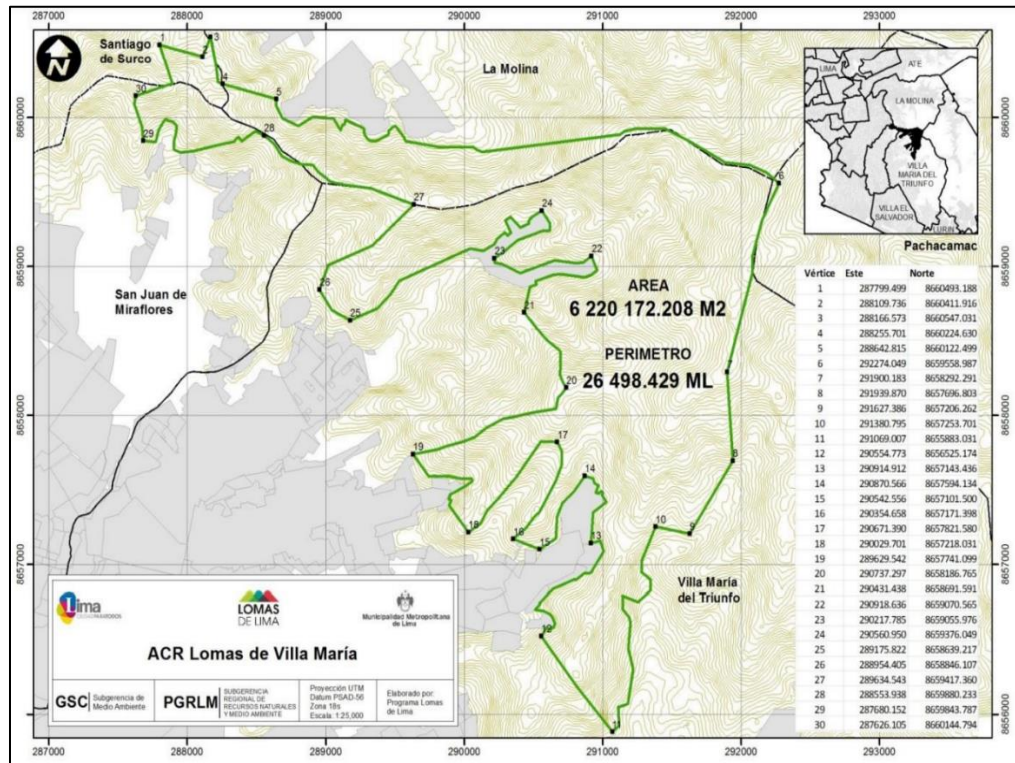
3.4.Resultados

ETAPA PREVIA: Diagnóstico del área de investigación y de los principales factores socio ambientales con influencia en las Lomas de Villa María de Triunfo

Las Lomas de Villa María cuentan con un área estimada de 627 hectáreas, forma parte del sistema de Lomas de Lima, es decir de las 5 áreas de conservación regional. En primera instancia la Municipalidad de Lima delimito un área propuesta de 622 hectáreas, en el siguiente mapa se observa los límites de las Lomas de Villa María (ver Figura 5) propuesta como Área de Conservación Regional (ACR) brindada por la Municipalidad Metropolitana de Lima.

Figura 5

Mapa de la propuesta de área del ACR Lomas de Villa María

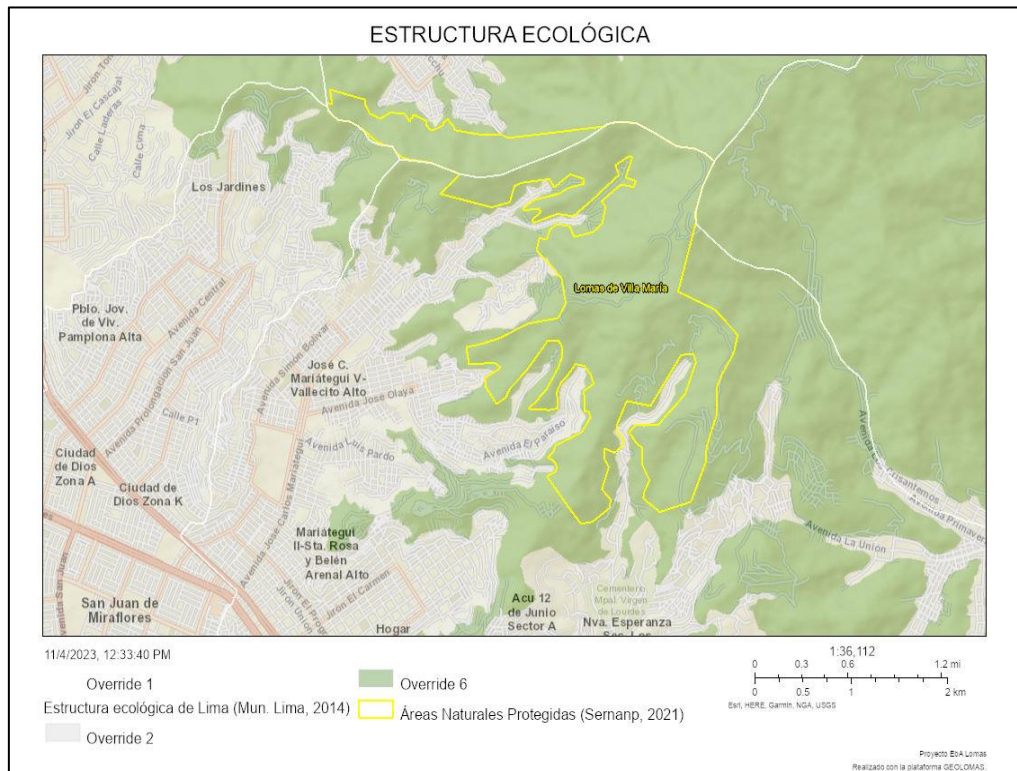


Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima.

Debemos tener en cuenta que en el mapa anterior contaba con un área propuesta de 622 hectáreas, pero en el Decreto Supremo N° 011-2019-MINAM se establece una superficie de 627.94 hectáreas (ver Figura 6).

Figura 6

Mapa de la propuesta de área del ACR Lomas de Villa María



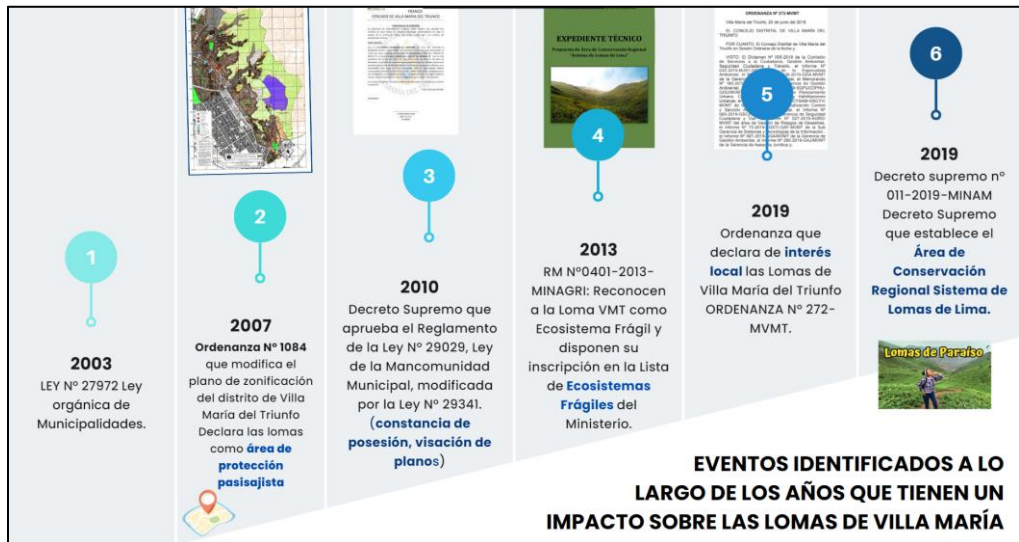
Fuente: Elaboración propia con datos de la plataforma Geolomas, 2023

Por consiguiente, elaboramos la siguiente línea tiempo (ver Figura 7) para comprender el contexto del inicio de la problemática de las invasiones a causa de la expansión urbana que ha venido tomando lugar en las Lomas de Villa María.

En el 2007, se considera a lomas como Área de Protección Paisajística, es en el año 2010 que la problemática de la expansión urbana en la periferia de las lomas comienza a surgir con una mayor intensidad porque se comenzó a brindar constancias de posesión y por ende acceso a servicios básicos. A medida que esta problemática continúa avanzando, las lomas toman una nueva denominación como un Ecosistema Frágil. En 2019, se emitió el Decreto Supremo que oficializa la creación del Área de Conservación Regional del Sistema de Lomas de Lima.

Figura 7

Línea de tiempo del contexto de las Lomas de Villa María



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

En este estudio se examinó el área conocida como Quebrada De Paraíso y el Manantial, ya que engloban los asentamientos más recientes de la zona y están adyacentes entre sí. Es así como el primer asentamiento que encontramos de abajo hacia arriba siguiendo la altitud, es el Paraíso luego Paraíso Alto y por último Edén de Manantial.

Para la identificación, mediante bibliografía se identificó los principales factores socio ambientales (ver Tabla 2) que vienen impactando negativamente a las Lomas. Asimismo, se realizó una recopilación de esta información a través del siguiente cuadro, así también como las medidas que se están adoptando para revertir este efecto negativo y las medidas que proponen como alternativas de solución ante la problemática:

Tabla 2

Identificación de los principales factores socioambientales que impactan las lomas de Villa María

N°	Fecha	Título	Factores ambientales	Alternativas de solución
1	31/01/2018	Las Lomas de Amancaes desaparecen bajo el avance de invasiones en Lima	<ul style="list-style-type: none"> • Invasiones registradas en diferentes sectores de las lomas 	<ul style="list-style-type: none"> • Talleres y jornadas educativas para colegios y grupos de niños y jóvenes. • Impulso de labores de investigación para universitarios y científicos interesados en la biodiversidad de la zona.
2	22/02/2018	Lomas de Amancaes. Las tensiones entre el marco legal y su implementación	<ul style="list-style-type: none"> • Invasión de sectores • Descoordinación intersectorial 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la estrategia de denuncias institucionales, uso de medios de comunicación y establecimiento de alianzas con actores sociales. • Una armoniosa convivencia social que integre las necesidades de convivencia social, mejorando la calidad de vida, la seguridad y la conservación.,
3	11/07/2019	VMT: Trafico de terrenos y falta de cuidado afecta zona turística Las Lomas de Paraíso	<ul style="list-style-type: none"> • Tráfico de terrenos • Falta de fiscalización de las autoridades locales que hagan cumplir las normas establecidas que busque preservar el lugar. • Sensibilización a los visitantes sobre la conservación de las Lomas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las autoridades locales y municipales deben buscar alternativas de conservación para aprovechar de manera eficiente los recursos de este lugar.
4	25/08/2020	Lomas costeras en peligro de desaparecer	<ul style="list-style-type: none"> • Invasiones con fines habitacionales • Trafico de tierras. • Construcción de carreteras. • Negociación para obtener constancia de posesión con las 	<ul style="list-style-type: none"> • La Comision Ambiental Municipal (CAM) entidad de la Municipalidad de Lima, articula acciones con los municipios y otras instituciones para fomentar la conservación de las lomas. • Intervención de las organizaciones comunales.

			entidades municipales.	
5	11/02/2020	VMT: invasión e inacción en Sistema de Lomas de Lima	<ul style="list-style-type: none"> Trafico de tierras 	<ul style="list-style-type: none"> Intervención de las autoridades. Acciones de conservación del área solo serán posibles luego del desalojo que estaría a cargo de la procuraduría y la Municipalidad de Lima.
6	16/09/2020	Lomas costeras: Un ecosistema en peligro	<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento urbano en aumento que se expresa en invasiones y tráfico de tierras. 	<ul style="list-style-type: none"> Campaña salvemos las Lomas. Reforestación de especies propias del ecosistema. Campañas de limpieza de residuos sólidos. Habilitación de caminos y circuitos ecoturísticos. Jornadas de mantenimiento y riego de plantas reforestadas.
7	16/09/2020	Lomas costeras: un paraíso por proteger	<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento urbano no planificado Contaminación ambiental Desatención de los gobiernos locales a lo largo de los últimos años 	<ul style="list-style-type: none"> No contiene
8	20/10/2020	Acción Comunitaria y Política para la Defensa y Gestión de un Ecosistema Frágil en Situación de riesgo: El caso de las Lomas de Villa María del Triunfo en Lima – Perú	<ul style="list-style-type: none"> Trafico de terrenos, desatención y corrupción de las autoridades locales, turismo no controlado, inestabilidad política y nula continuidad de compromisos. 	<ul style="list-style-type: none"> Acción comunitaria para la conservación de las lomas. Fortalecimiento ciudadano Espacios de coordinación interinstitucional.
9	30/04/2021	Problemática socioambiental de las Lomas	<ul style="list-style-type: none"> Expansión urbana Sobrepastoreo Extracción y explotación de recursos Contaminación ambiental y mal manejo turístico 	<ul style="list-style-type: none"> Participación de la sociedad civil. Emprendimientos locales que ayudan a proteger las lomas. Proyectos de investigación relacionados con las Lomas y su degradación debido al aumento de la urbanización.

10	21/05/2021	Municipalidad de Lima recupera zona invadida en las Lomas de Villa María del Triunfo	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación informal y tráfico de terrenos 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de elementos disuasivos e informáticos
11	17/08/2021	Las Lomas costeras: ¿Cuál es el protocolo ante invasiones a estos ecosistemas y que instituciones deben intervenir?	<ul style="list-style-type: none"> • Tráfico de terrenos, minería. • Quema de plantas nativas y caza de animales. • Contaminación ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto supremo N° 007-2020-MINAGRI el “Protocolo de actuación interinstitucional para gestionar y proteger los ecosistemas incluidos en la lista sectorial de ecosistemas frágiles”.
12	26/11/2021	Entre el crecimiento urbano y el cuidado ambiental: ¿es posible frenar el tráfico y la invasión de terrenos que afectan las Lomas costeras limeñas?	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de tierras perteneciente a las Lomas. • Turismo no regulado y contaminación ambiental. • Minería no metálica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas educativos • Capacitaciones y sensibilización que han logrado visibilizar la necesidad de cuidar las Lomas más allá de su atractivo turístico.
13	13/10/2022	Villa María del Triunfo: turismo informal pone en peligro el área protegida “Las Lomas del Paraíso”.	<ul style="list-style-type: none"> • Turismo informal 	<ul style="list-style-type: none"> • No contiene
14	13/10/2022	Tráfico ilegal de terrenos y expansión urbana afectan las Lomas de Lima	<ul style="list-style-type: none"> • Amenazas constantes de los traficantes de terrenos • Aumento de la expansión urbana y creación de nuevos 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica multisectorial con los ministerios del Interior y de Vivienda, Construcción y Saneamiento para resguardar estos espacios verdes que proveen de oxígeno a la capital.

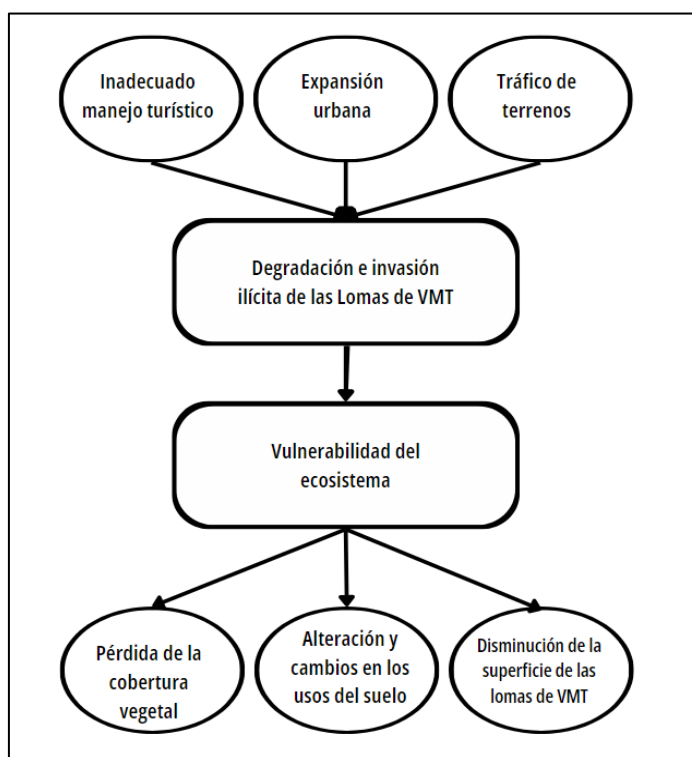
			asentamientos urbanos.	
15	22/10/2020	¡jóvenes al rescate!... de las Lomas de Villa María del Triunfo	<ul style="list-style-type: none"> No contiene 	<ul style="list-style-type: none"> Reforestación, riego, educación ambiental y ecoturismo (mantenimiento de caminos, limpieza de las lomas, señalización, campañas de sensibilización)

Fuente: Elaboración Propia (2023)

A partir de la recopilación de información del cuadro anterior hemos seleccionado mediante este diagrama los principales factores socio ambientales que impactan a las Lomas de Villa María del triunfo (ver Figura 8):

Figura 8

Diagrama de factores más importantes que afectan a las Lomas de Villa María del Triunfo



Fuente: Elaboración Propia (2023)

Una vez recopilada la información bibliográfica, realizamos visitas de campo para corroborar la información obtenida. Para ello, desde que ingresamos a las lomas observamos uno de los principales problemas, es que los visitantes acuden a las lomas con sus mascotas y estas están prohibidas en los ecosistemas frágiles dado que pueden perturbar a la fauna presente en este ecosistema.

Asimismo, los encargados de las Lomas de Villa María- Sector Lomas del Paraíso, comentaron que una de las mayores problemáticas que presentan es respecto al turismo y a su vez a una difusión errónea de la información por desconocimiento, es así como diversos visitantes tanto internacionales como nacionales acuden a las lomas con sus mascotas, lo cual está prohibido, sin embargo, cuando llegan a las lomas al no tener otra opción los dejan entrar con estas.

En la entrada se empezó a llevar un registro de la afluencia de turistas de visitantes a las Lomas del Paraíso. Sin embargo, notamos que no registran a todas las personas que ingresan simplemente a una persona por grupo, lo cual no permite obtener datos exactos de la cantidad de visitantes a las Lomas del Paraíso.

Por otro lado, en las visitas de campo se observó que hay una planta que predomina por el camino y por los alrededores llamada comúnmente como “cabeza de fuego” o “espinas de diablo” y corresponde a una planta invasora que no pertenece a este ecosistema frágil. Esta planta tiene como nombre científico *Rumex hipogaeus*, de la familia de Poligonáceas y es originaria de Sudáfrica

Consecuentemente, los encargados de la organización Lomas del Paraíso se encuentran formulando estrategias para poder eliminarla dado que, si no se actúa a tiempo, las plantas presentes procederán a dejar semillas y a invadir cada vez más el área de las Lomas del Paraíso.

Adicionalmente, en los senderos no hay una buena señalética, no son muy vistosos a simple vista, y por ende muchos de los visitantes hacen caso omiso dado que hay letreros donde dice “zona restringida no pasar por aquí”, sin embargo, los turistas toman esas rutas.

Además, se debe recalcar que los visitantes al pisar de casualidad esta planta cabeza de fuego y al pasar por un camino que no es el establecido, difunden esta especie a las diversas zonas extendiendo más esta problemática.

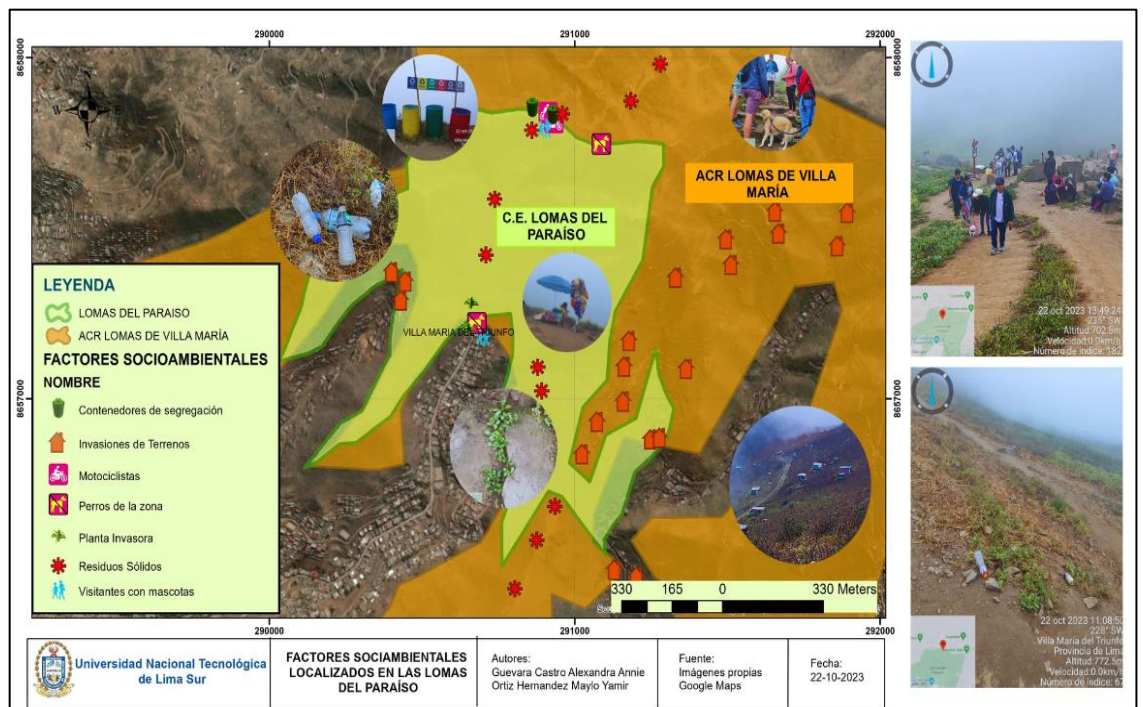
En las visitas de campo, se registró la cantidad de residuos encontrados, es así que se observó que, al llegar al punto céntrico del Circuito Ecoturístico de las Lomas del Paraíso, se han establecido pequeños puestos provisionales dentro de este sector de las Lomas del Paraíso para poder vender agua, frutas, galletas

y snacks en general, ocasionando que a sus alrededores muchos de los visitantes tiren sus residuos.

En el siguiente mapa (ver Figura 9) se presenta una síntesis gráfica de los diversos factores socioambientales hallados a lo largo del estudio de las Lomas del Paraíso.

Figura 9

Mapa de los factores socioambientales que impactan a las Lomas de Villa María- sector Lomas del Paraíso



Fuente: Elaboración Propia (2023)

ETAPA I: Estimación de la variación multitemporal a causa de la expansión urbana.

Para comprender sobre la expansión urbana, se tiene el siguiente contexto que el distrito de Villa María del Triunfo tiene una extensión de 70.54 km², es importante tener en cuenta que parte de esta área corresponde a las Lomas del Paraíso, situada a una altitud de 163 msnm, esta área se distingue por su topografía que, aunque mayormente accidentada, también incluye llanuras niveladas, colinas y montañas que van desde los 200 hasta el 2000 msnm.

Asimismo, la expansión en Villa María del triunfo se empezó a dar con la ocupación del territorio en la década del 50 y en el año 1961 adquiere la categoría de distrito mediante la Ley N° 13796.

El distrito colinda al norte con Santiago de Surco y La Molina, al sur con Lurín y Pachacamac, al este con Pachacamac, y al oeste con Villa El Salvador y San Juan de Miraflores.

Consecuentemente, Villa María del Triunfo cuenta con una división geográfica de siete zonas clasificados de la siguiente forma (ver Tabla 3):

Tabla 3

Zonas del distrito de Villa María del Triunfo

Las 7 zonas del distrito de Villa María del Triunfo	
Zona N° 1	José Carlos Mariátegui
Zona N° 2	Cercado
Zona N° 3	Inca Pachacútec
Zona N° 4	Nueva Esperanza
Zona N° 5	Tablada de Lurín
Zona N° 6	José Gálvez;
Zona N° 7	Nuevo Milenio

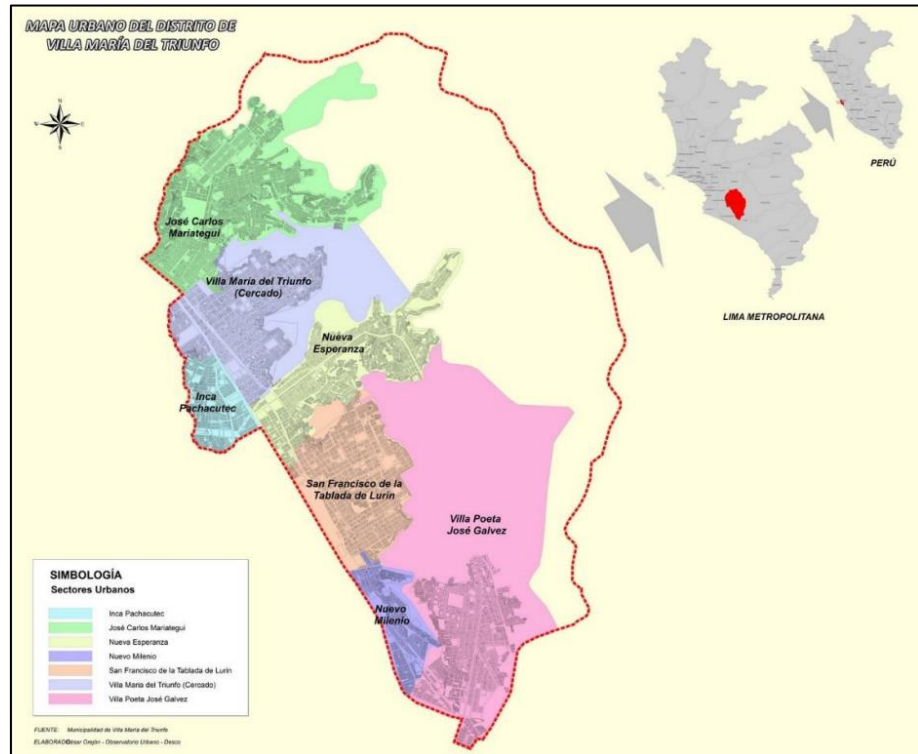
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Plan de Gobierno del distrito de Villa María del Triunfo (2019-2022).

En la Figura 10 se aprecia el mapa urbano del distrito de Villa María del Triunfo con la simbología de sus siete sectores urbanos. En este sentido, observando la gráfica se aprecia que la zona de José Carlos Mariátegui es la zona que se encuentra que más cercana al área de estudio de las Lomas del

Paraíso, por lo cual la población de este sector va a tener una gran influencia en este estudio.

Figura 10

Mapa urbano del distrito de Villa María del Triunfo

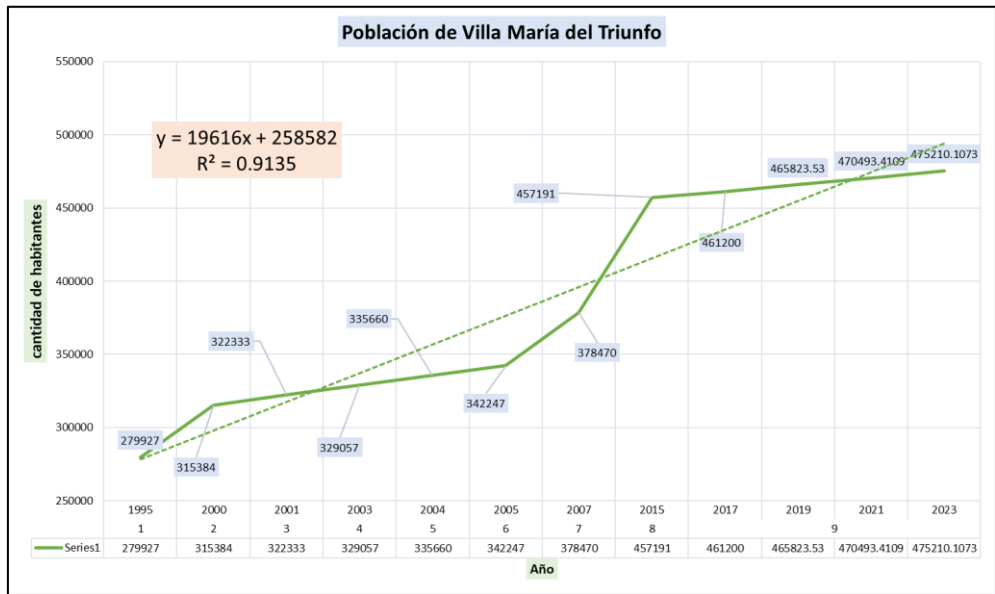


Fuente: Mapa del Plan de Gobierno del distrito de Villa María del Triunfo (2019-2022)

En el siguiente gráfico (ver Figura 11) se observa la cantidad de la población de Villa María del Triunfo a través de los años, realizando este gráfico obtuvimos que la población se ha incrementado mucho más de lo que las proyecciones en los años anteriores estimaban. Se ha dado un crecimiento progresivo, habiendo un aumentado mayor del 2005 al 2015, teniéndose como último dato la población del 2017, en el cual se dió el censo nacional.

Figura 11

Gráfico de la población de Villa María del Triunfo a través de los años

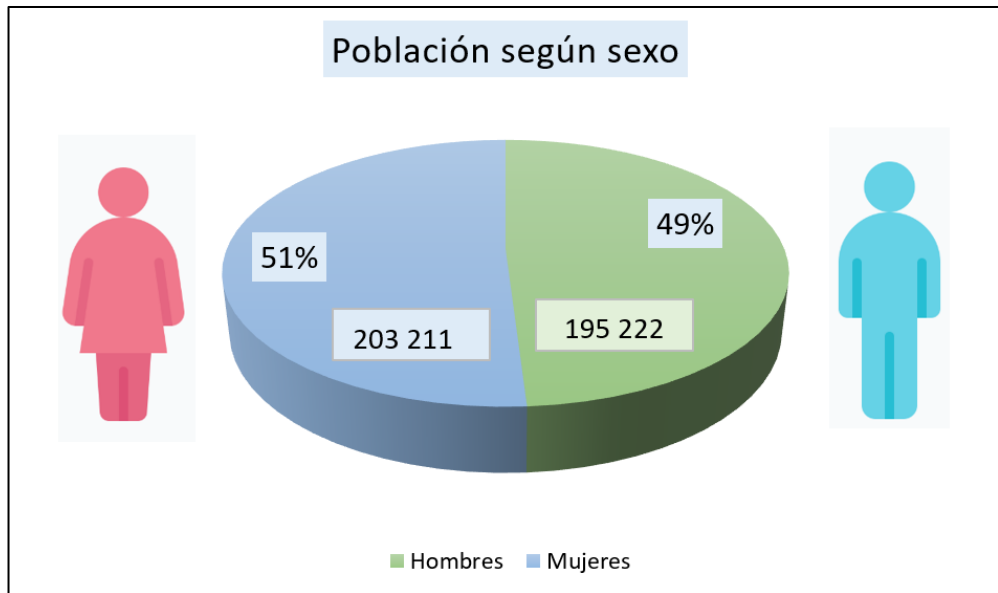


Fuente: Elaboración propia (2023) con datos de INEI.

En el siguiente gráfico circular (ver Figura 12) podemos observar la cantidad de la población de Villa María del Triunfo por clasificación según sexo tenemos que las mujeres tienen una mayor predominancia en el distrito, teniendo un porcentaje del 51% del total de la población equivalente a 203,211 mujeres y los hombres tienen un porcentaje del 49% del total de habitantes en Villa María del triunfo con un número de 195,222 hombres.

Figura 12

Población de Villa María del Triunfo según sexo

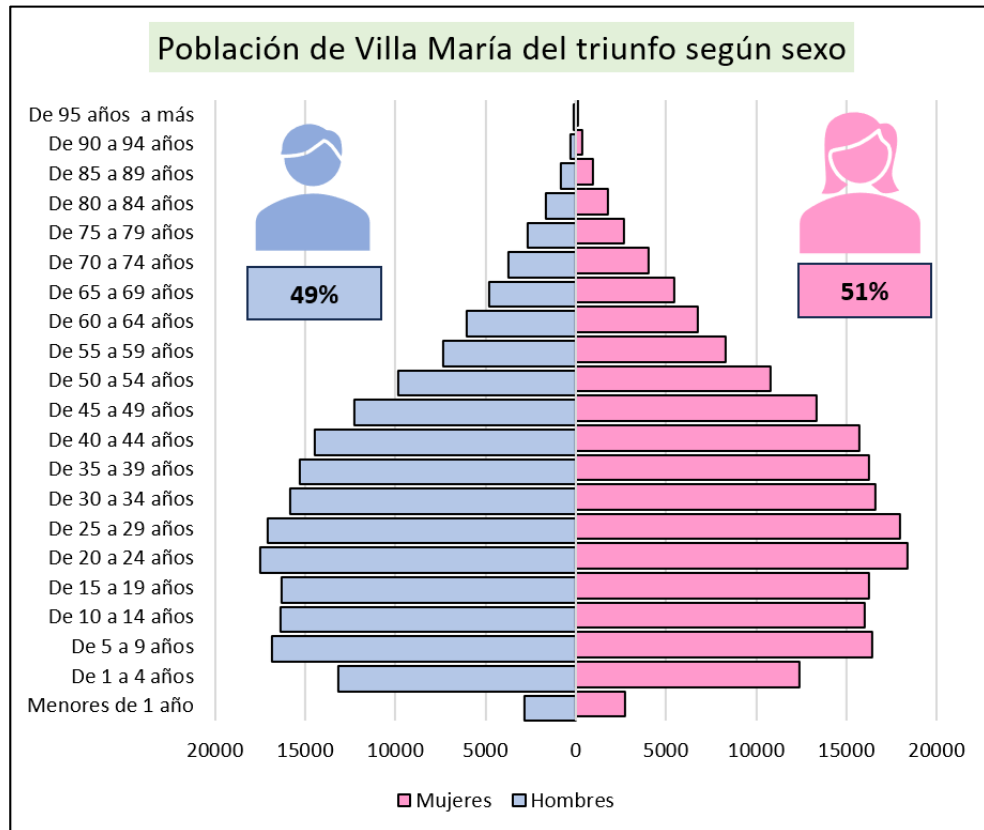


Fuente: Elaboración propia (2023) con datos del censo nacional del INEI (2017).

En el siguiente gráfico poblacional (ver Figura 13) se muestra la cantidad de habitantes del distrito de Villa María del Triunfo, según su sexo y su grupo etario. Para ello tenemos que el grupo etario con mayor predominancia en el distrito de Villa María de Triunfo son las personas que oscilan sus edades entre los 20 a 24 años siguiendo el grupo etario de 25 a 29 años. Asimismo, se muestra que las mujeres tienen predominancia siendo un 51% respecto a la población total del distrito.

Figura 13

Gráfico poblacional Villa María del Triunfo

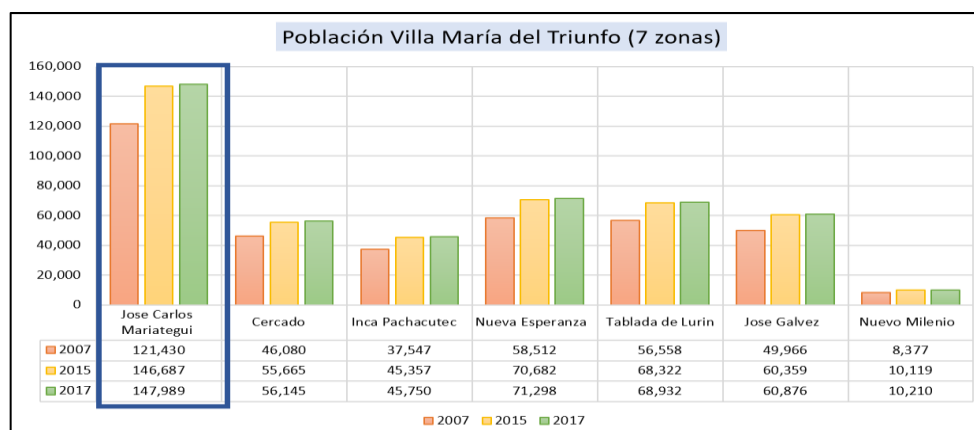


Fuente: Elaboración propia (2023) con datos del censo nacional del INEI (2017).

Como anteriormente se menciona la población de Villa María del Triunfo se divide en siete sectores urbanos (ver Figura 14) por lo cual se elaboró los siguientes gráficos para identificar la población a través de los años en estos sectores. En ese sentido, nos enfocaremos más es en el sector de José Carlos Mariátegui porque es el que se encuentra más próximo a las Lomas del Paraíso.

Figura 14

Población de Villa María de Triunfo por sectores

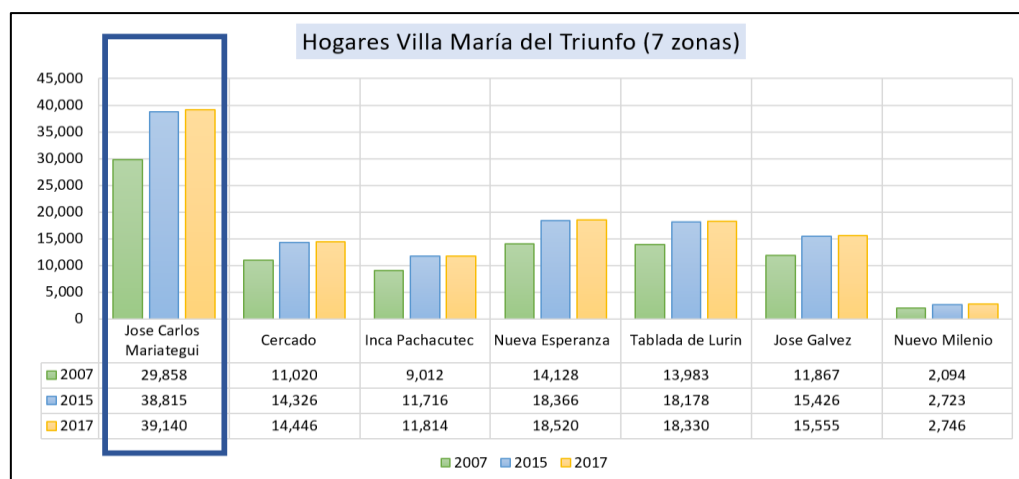


Fuente: Elaboración propia (2023) con datos del censo nacional del INEI (2017) y del Plan de Gobierno de VMT (2019).

Asimismo, se visualiza en el gráfico (ver Figura 15) la cantidad de hogares por año en los siete sectores del distrito de Villa María del triunfo, observándose que el sector de José Carlos Mariátegui es el más poblado en comparación a los demás sectores, y en especial al sector Nuevo Milenio, que contiene cifras significativamente menores. Adicionalmente, se observa que hubo un incremento en la población y en la cantidad de hogares, lo cual tiene un efecto directo en la expansión urbana en la periferia de las Lomas de Villa María del Triunfo en general.

Figura 15

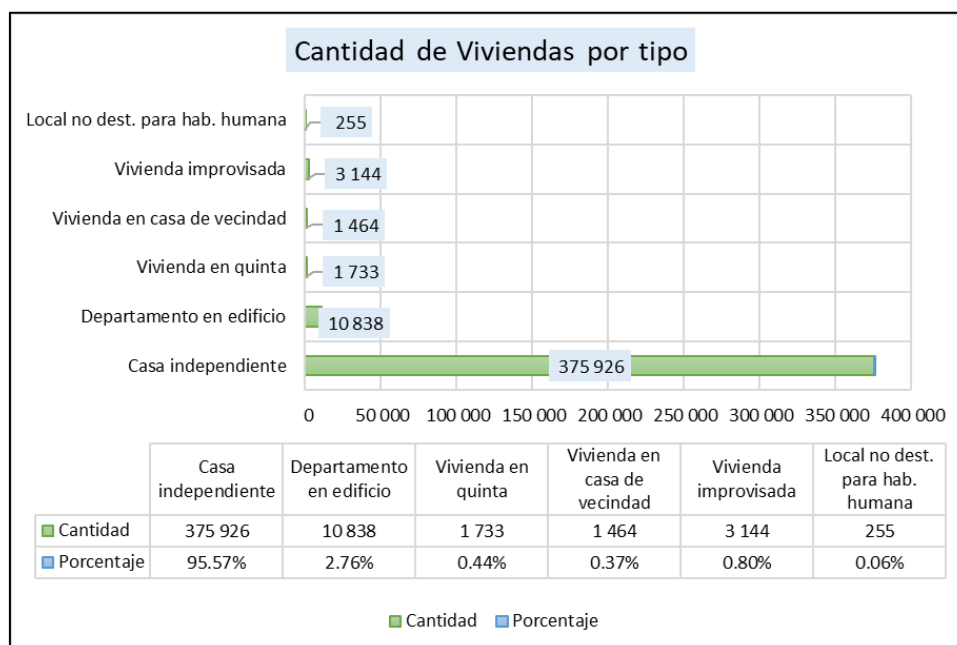
Hogares de Villa María de Triunfo por sectores



Fuente: Elaboración propia (2023) con datos del censo nacional del INEI (2017) y del Plan de Gobierno de VMT (2019).

Figura 16

Cantidad de viviendas por tipo en el distrito de Villa María del Triunfo



Fuente: Elaboración propia (2023) con datos del censo nacional del INEI (2017)

Mediante revisión bibliográfica se encontraron datos previos satelitales los cuales fueron aplicados a las Lomas de Villa María del Triunfo desde 1986 hasta 2014, evidenciando el desarrollo de la vegetación en el área.

- Variación de la Cobertura Vegetal en Lomas de Villa María

Mediante el empleo de herramientas satelitales se puede calcular los datos de la cobertura vegetal por una estimación utilizando la teledetección para observar cómo esta característica ha variado en las Lomas de Villa María del Triunfo.

A través del estudio previo de Miyashiro y Ortiz se determinó que las planicies fueron las zonas más ocupadas en los inicios hasta el año 2002. Sin embargo, cuando ya no había áreas de planicie inició la ocupación de las zonas cercanas a las quebradas con pendientes pronunciadas, las cuales se poblaron rápidamente, generando así un aumento en la densidad poblacional y en la construcción de viviendas.

Las zonas bajas son las que tienen más población, dado a que son pocas elevadas. Por otro lado, por la falta de espacio en las zonas de planicie, muchos

cerros son ocupados y transformados en asentamientos humanos, esto ocasiona la disminución de la biodiversidad vegetal y animal.

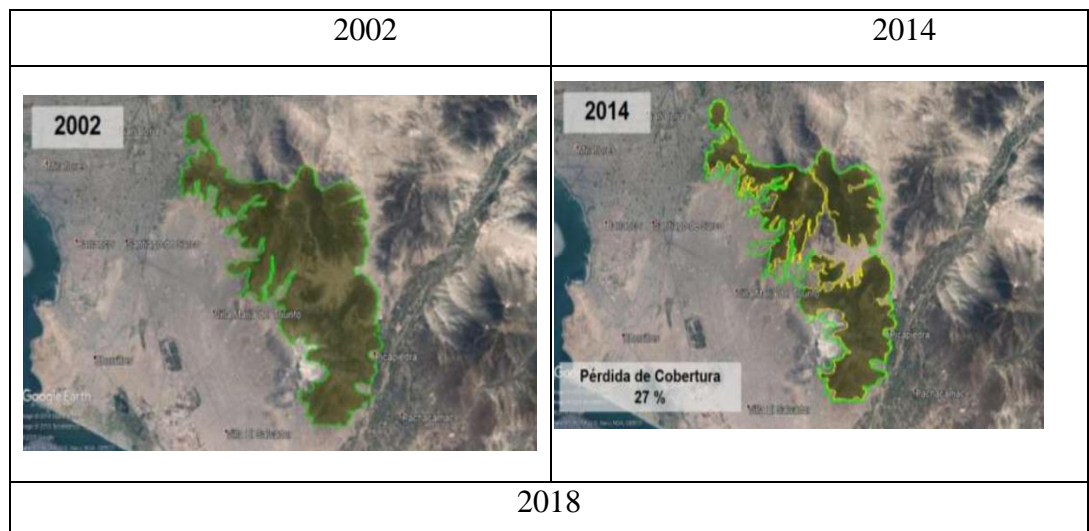
A través de las visitas por las Lomas de Villa María del triunfo se corrobora el dato previo, dado que se observa a simple vista que las viviendas se encuentran en las partes más altas del llamado Edén de Manantial, estas viviendas están situadas en la periferia y limitan directamente con las áreas bajas restantes de la invasión de la vegetación de las Lomas. Es decir, estas residencias se encuentran dentro de las Lomas, y sus propietarios recientemente tuvieron que despejar estas zonas para construir sus viviendas.

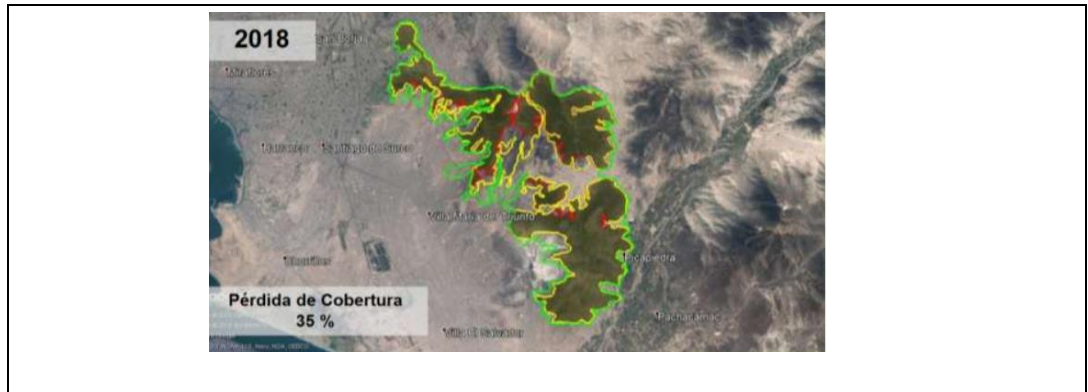
En una conferencia auspiciada por la Universidad Nacional Agraria La Molina acerca de los desafíos que enfrentan las Lomas de Lima, mostraron imágenes satelitales de las Lomas de Villa María del triunfo en el en el transcurso de los años.

En la exposición, exponen como conclusión que las sucesivas ocupaciones ilegales debido al tráfico de tierras son la principal causa de la disminución del área de las Lomas. (ver Figura 17).

Figura 17

Variación de las Lomas de VMT a través de los años





Fuente: Elaborado por Neira (2018)

Adicionalmente, durante las visitas y entrevistas con diversos pobladores, comentan y advierten en tomar precauciones, porque muchas veces ha habido conflictos si los traficantes de terrenos se enteran o se encuentran observados por investigadores (ver Figura 18).

Figura 18

Registros Fotográficos de la expansión urbana en las Lomas de Villa María





Nota: Elaboración Propia (2023)

Empleando la aplicación de Google Earth pro se descargó imágenes satelitales por años, como se muestran en el siguiente gráfico que hemos elaborado para demostrar como la expansión urbana ha tomado paso en las Lomas del Paraíso. Al observar la entrada conocida como Virgen de Chapi en el año 2002, notamos la ausencia de cualquier construcción. Sin embargo, para el 2012, empezaron a surgir nuevas viviendas y una carretera más definida, y para el 2023, este crecimiento se aceleró notablemente en las Lomas del Paraíso. De manera similar, en el mirador de Arcoíris, en el año 2002 no se registra la presencia de ninguna edificación, pero a partir del 2010, comenzaron a aparecer construcciones de forma progresiva.

Cálculo del NDVI: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada y su categorización mediante la Temperatura de la Superficie Terrestre

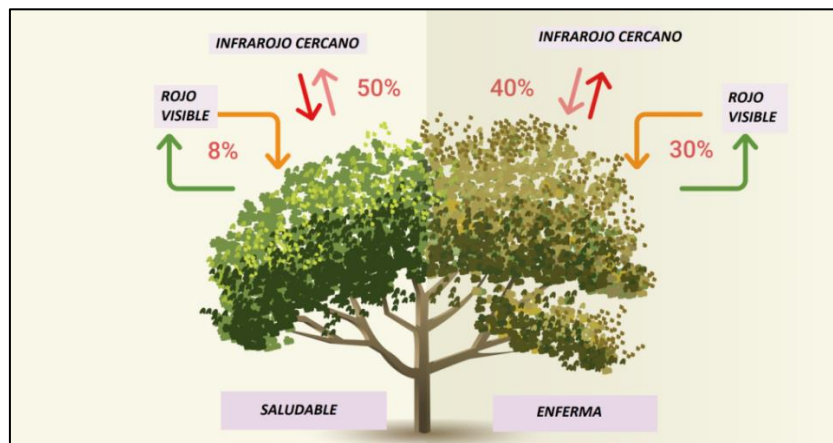
Este es uno de los índices más utilizados para el estudio de imágenes satelitales por la precisión de los resultados y la alta frecuencia de adquisición. Este índice opera mediante una evaluación matemática que compara la cantidad de luz roja visible absorbida con la luz infrarroja cercana reflejada. Este fenómeno se debe a la presencia de clorofila en las plantas, la cual absorbe principalmente la luz roja visible cuando la planta está en buen estado. (ver Este índice nos permite evaluar los valores mediante su comparación mutua, lo que nos permite obtener de manera fiable la cobertura vegetal de manera independiente de otros tipos de cobertura natural asociados al suelo.

Figura 19). Lo cual significa que si hay una alta actividad fotosintética se va a asociar a una vegetación densa y por tanto, mostrará una reflectancia menor en la banda roja y una reflectancia mayor en el infrarrojo cercano..

Este índice nos permite evaluar los valores mediante su comparación mutua, lo que nos permite obtener de manera fiable la cobertura vegetal de manera independiente de otros tipos de cobertura natural asociados al suelo.

Figura 19

Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada



Fuente: Fuente Cursos de Teledetección, 2020.

Para la selección de las imágenes satelitales siguieron algunos criterios a tomar en cuenta. En este sentido, primero se definió como coordenadas límites en el sistema de coordenadas UTM y datum WGS 84 18S.

Se utilizaron imágenes satelitales multispectrales de la región de estudio abarcando todos los años desde 2003 hasta 2023. El objetivo fue analizar la cobertura vegetal y su evolución a lo largo del tiempo, utilizando como indicador el índice de vegetación. Este índice es un cociente que permite

diferenciar las áreas con vegetación basándose en el comportamiento radiométrico característico de las coberturas (Chuvieco, 1995).

En el proceso de selección de imágenes, se descargó imágenes con poca nubosidad en el área de estudio. Las especificaciones de las imágenes utilizadas se presentan en la tabla siguiente (ver Tabla 4):

Tabla 4

Propiedades de las imágenes Satelitales descargadas por fechas

Nº	Año	Cantidad de mapas encontradas	Características	Landsat
1	2003	23	25/03/2003	7
2	2004	41	24/02/2004	7
3	2005	46	15/04/2005	7
4	2006	37	20/05/2006	7
5	2007	18	21/04/2007	7
6	2008	29	07/04/2008	7
7	2009	21	25/03/2009	7
8	2010	22	28/03/2010	7
9	2011	19	02/05/2011	7
10	2012	29	04/05/2012	7
11	2013	30	29/04/2013	8
12	2014	32	16/04/2014	8
13	2015	40	29/01/2015	8
14	2016	30	05/04/2016	8
15	2017	31	19/02/2017	8
16	2018	33	11/04/2018	8
17	2019	45	14/04/2019	8
18	2020	36	16/04/2020	8
19	2021	53	29/01/2021	8
20	2022	52	30/04/2022	8
21	2023	51	24/03/2023	8

Fuente: La tabla fue elaborada con los datos de las imágenes satelitales descargadas del geo servidor USGS. Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Se utilizó el Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI) para detectar las áreas con vegetación en las lomas. La fórmula para calcular el NDVI de cada imagen es la siguiente:

$$NDVI = \frac{\text{Banda Infrarojo Cercano} - \text{Banda Rojo}}{\text{Banda Infrarojo Cercano} + \text{Banda Rojo}}$$

El NDVI de las imágenes se calculó mediante el uso de programas de teledetección y sistemas de información geográfica ArcGIS; en los cuales se utilizaron las bandas mostradas (banda 3, 4 y 5), correspondientes a la roja del espectro visible e infrarrojo cercano.

Asimismo, se decidió utilizar este índice debido a su capacidad para reducir los efectos de la atmósfera y, según la investigación realizada por Gonzaga (2014), este índice tiene una mejor capacidad de discriminar la cobertura vegetal en comparación con otros tipos de índices.

Antes del cálculo, se realizó las correcciones atmosféricas y de reflectancia, para posteriormente obtener el NDVI y consecuentemente la temperatura de la superficie terrestre para hacer la categorización y la distinción de la zona densamente urbana.

A continuación, se muestra los mapas realizados desde el 2003 al 2023 (ver Figura 20 - Figura 39), debemos recalcar que para el año 2012, no se realizó porque ninguna imagen cumplía con las características óptimas para el estudio.

Figura 20
Mapas de la expansión urbana (2003)

Fuente: Elaboración Propia, 2023

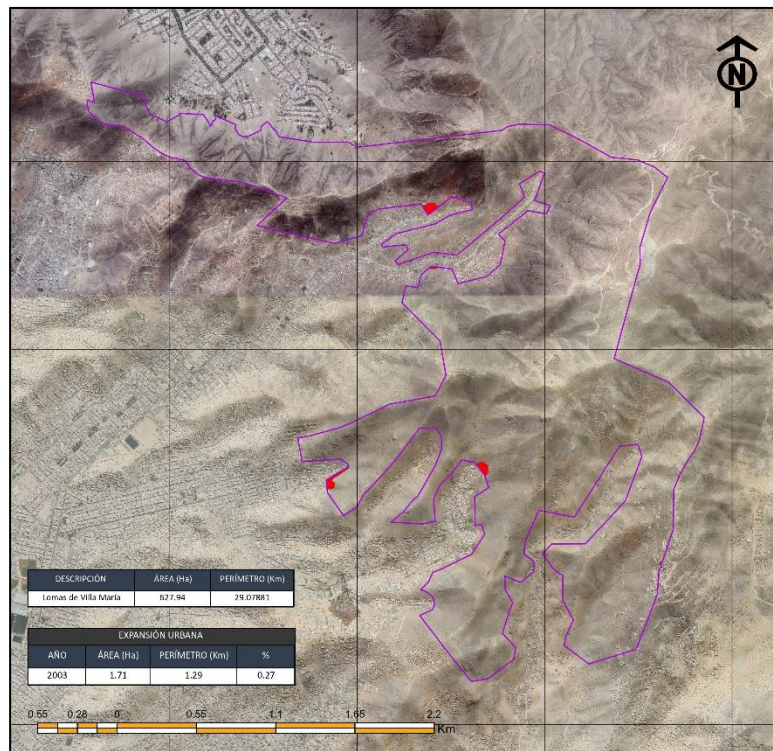
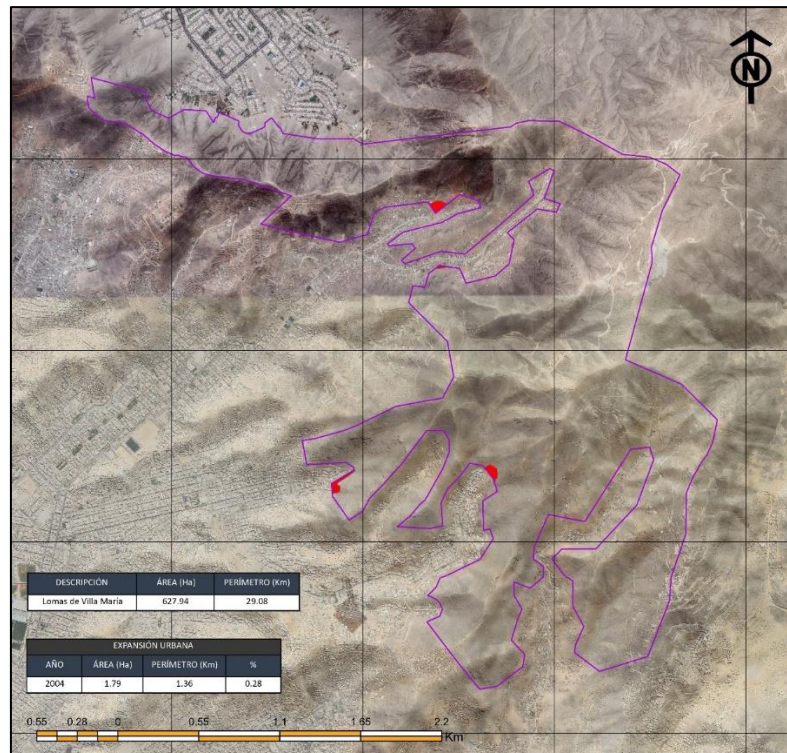
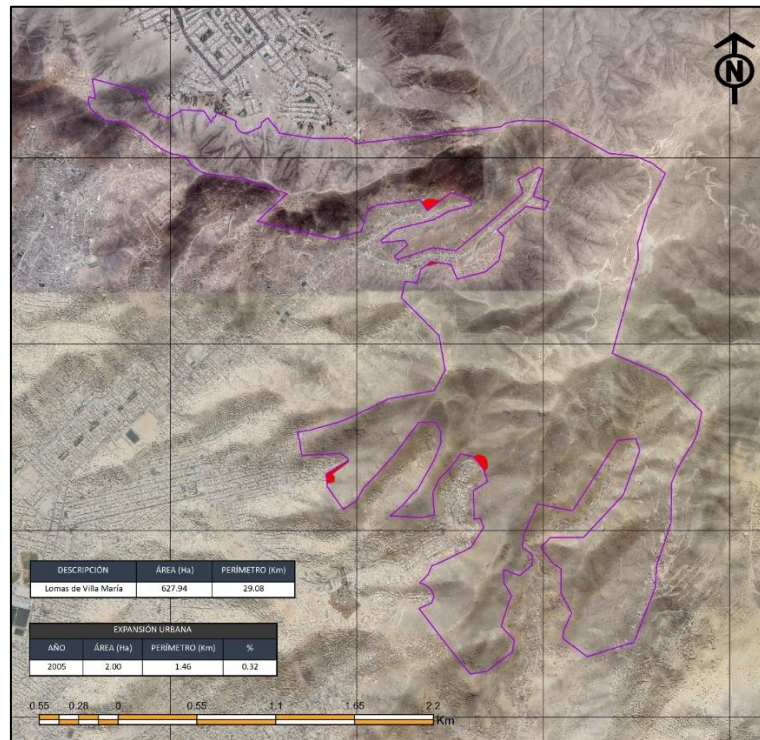


Figura 21
Mapas de la expansión urbana (2004)



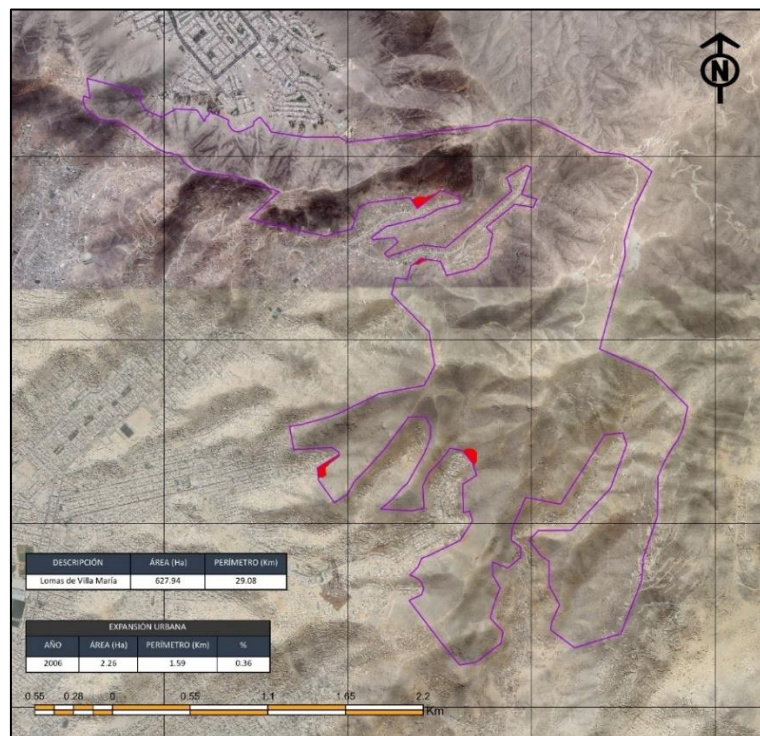
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 22
Mapas de la expansión urbana (2005)



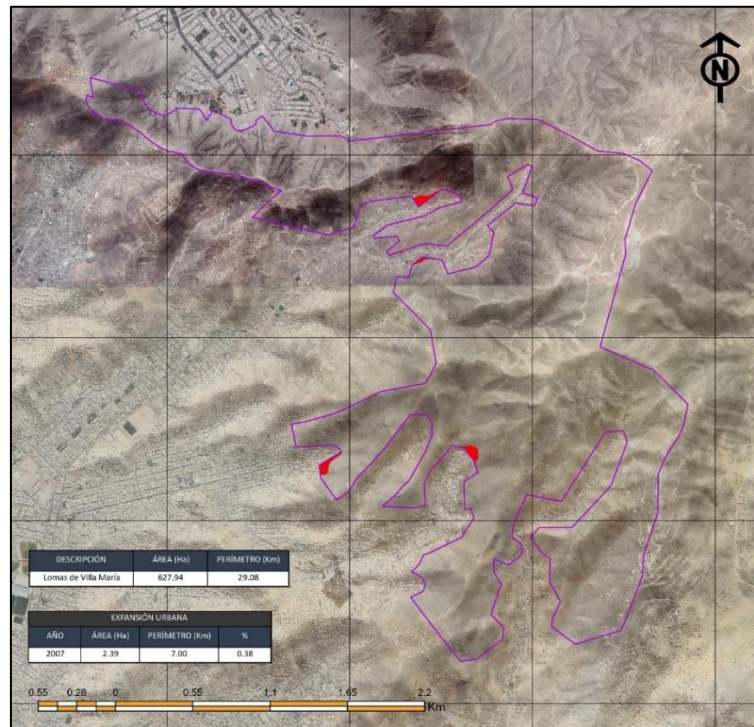
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 23
Mapas de la expansión urbana (2006)



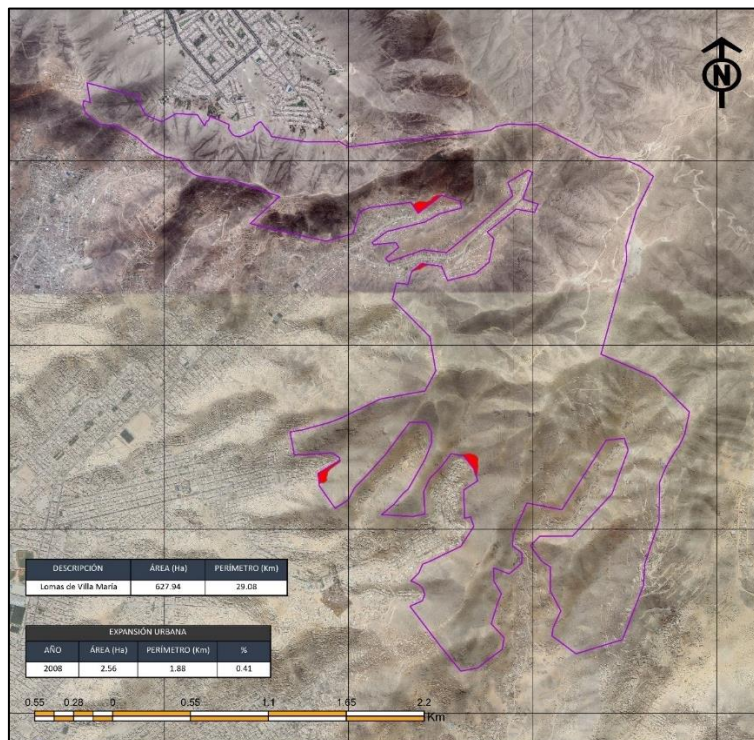
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 24
Mapas de la expansión urbana (2007)



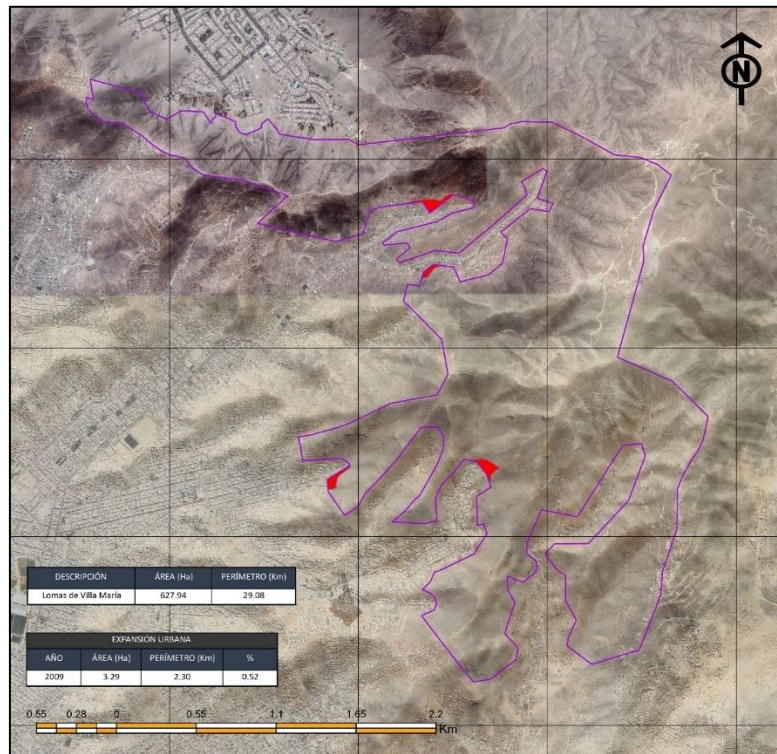
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 25
Mapas de la expansión urbana (2008)



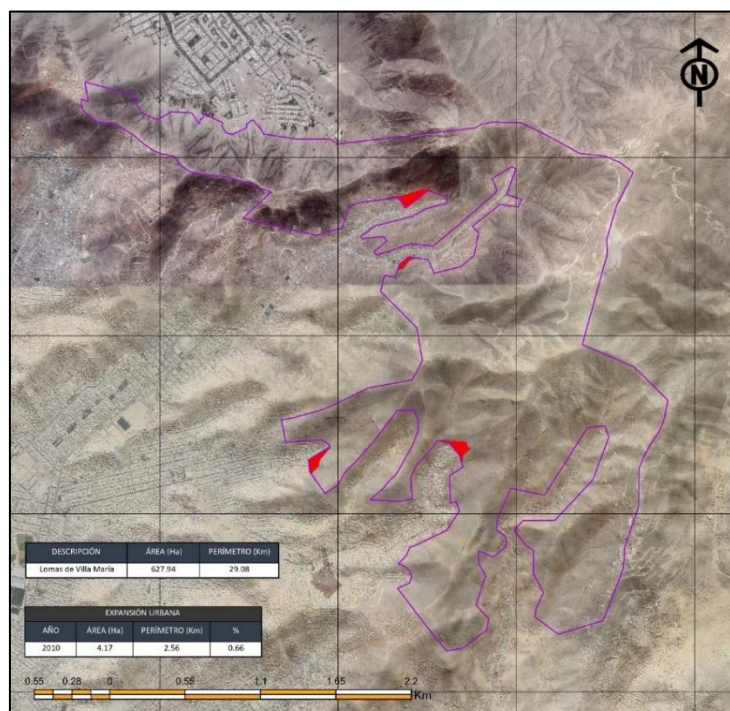
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 26
Mapas de la expansión urbana (2009)



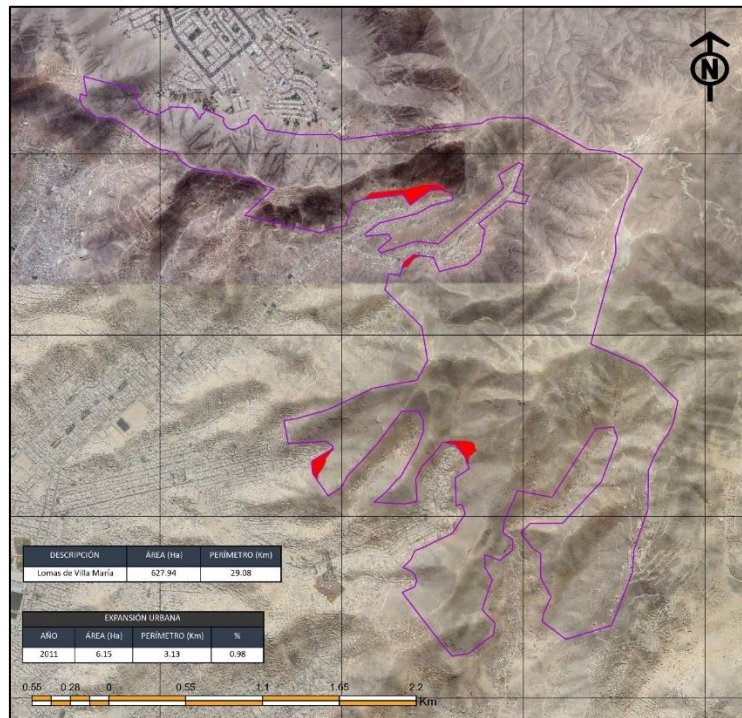
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 27
Mapas de la expansión urbana (2010)



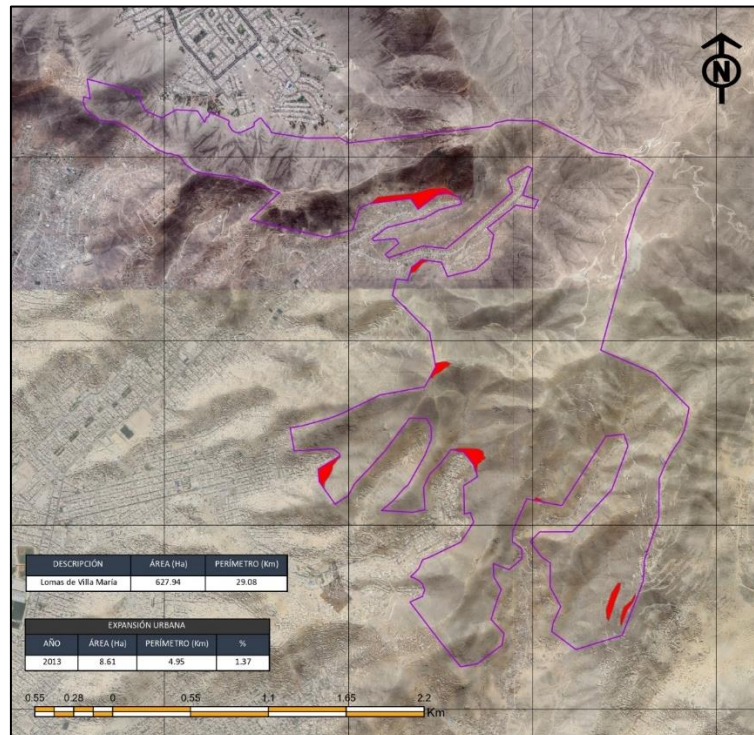
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 28
Mapas de la expansión urbana (2011)



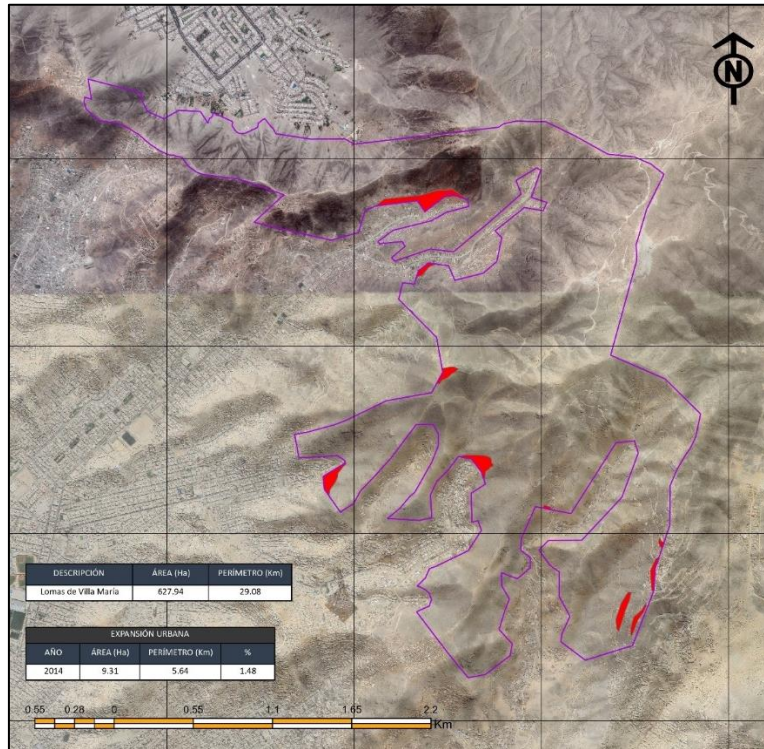
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 29
Mapas de la expansión urbana (2013)



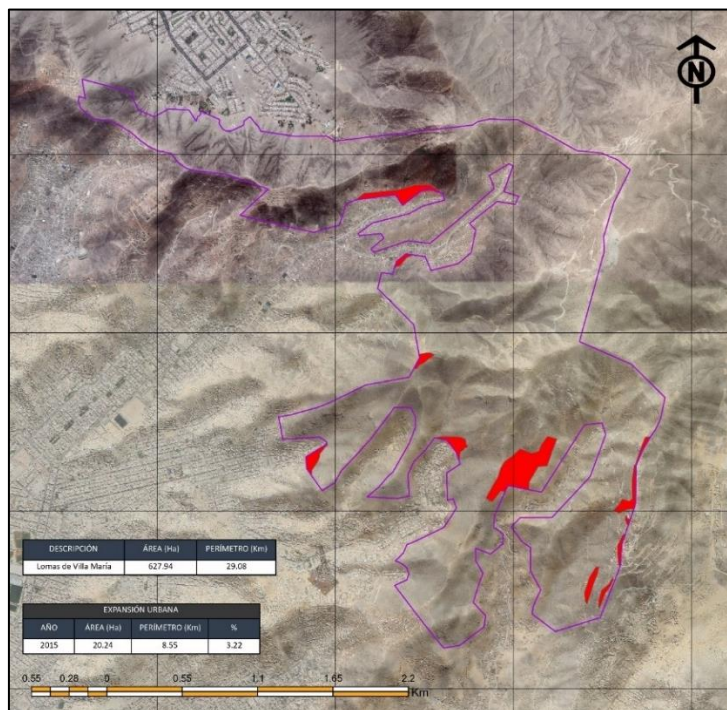
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 30
Mapas de la expansión urbana (2014)



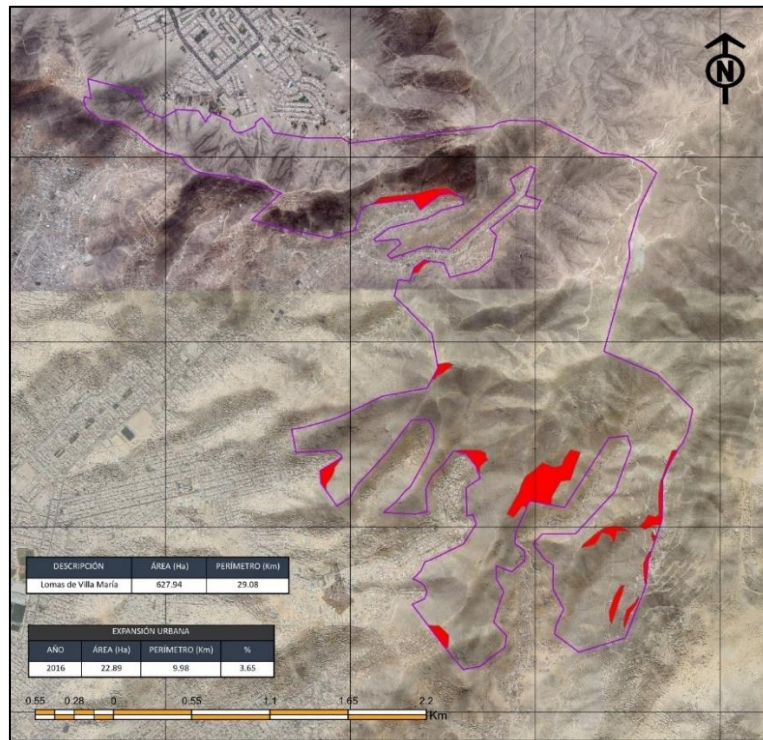
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 31
Mapas de la expansión urbana (2015)



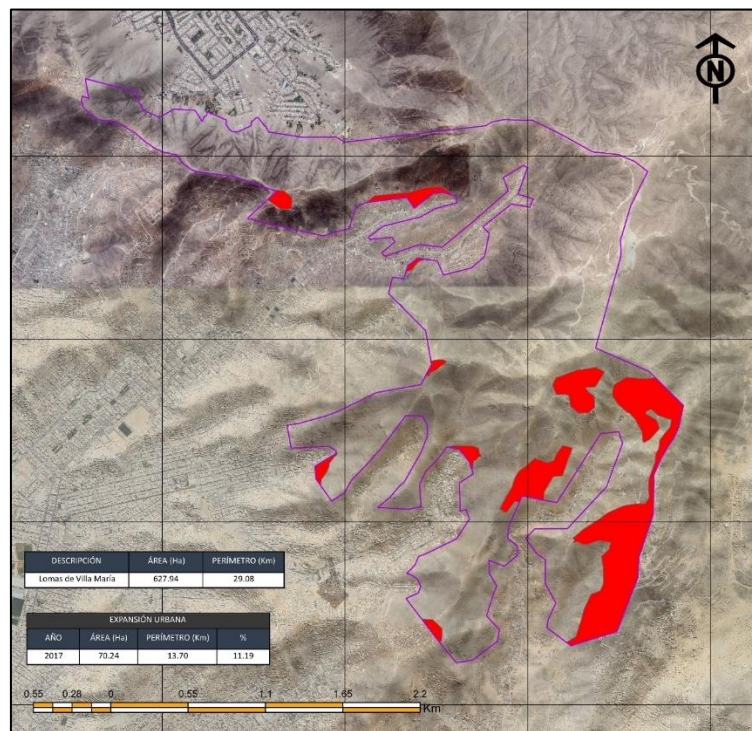
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 32
Mapas de la expansión urbana (2016)



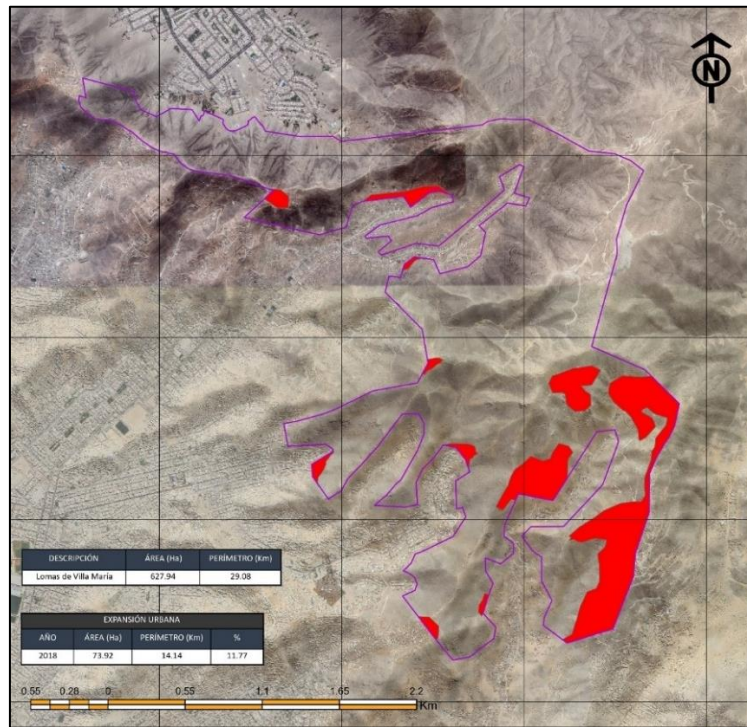
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 33
Mapas de la expansión urbana (2017)



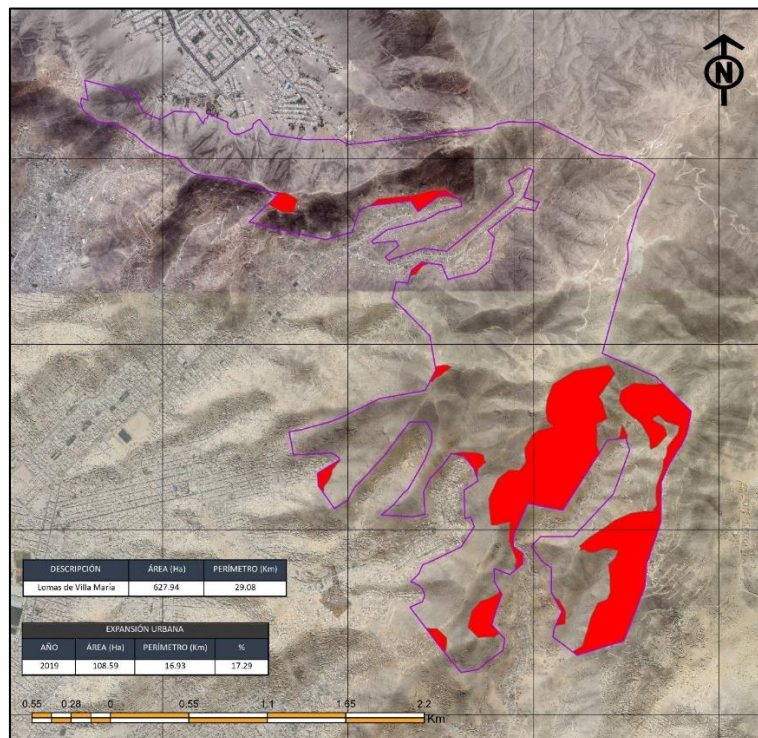
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 34
Mapas de la expansión urbana (2018)



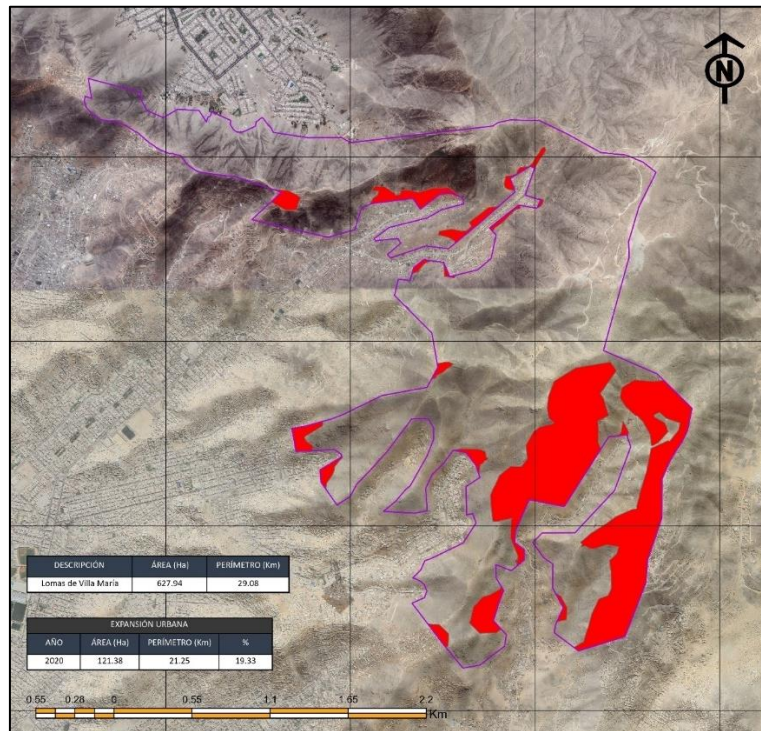
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 35
Mapas de la expansión urbana (2019)



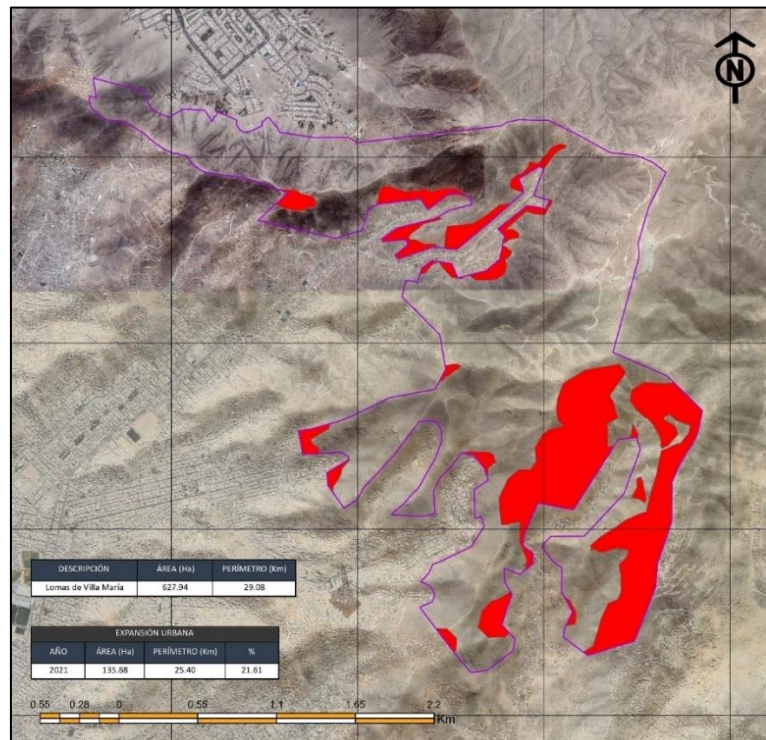
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 36
Mapas de la expansión urbana (2020)



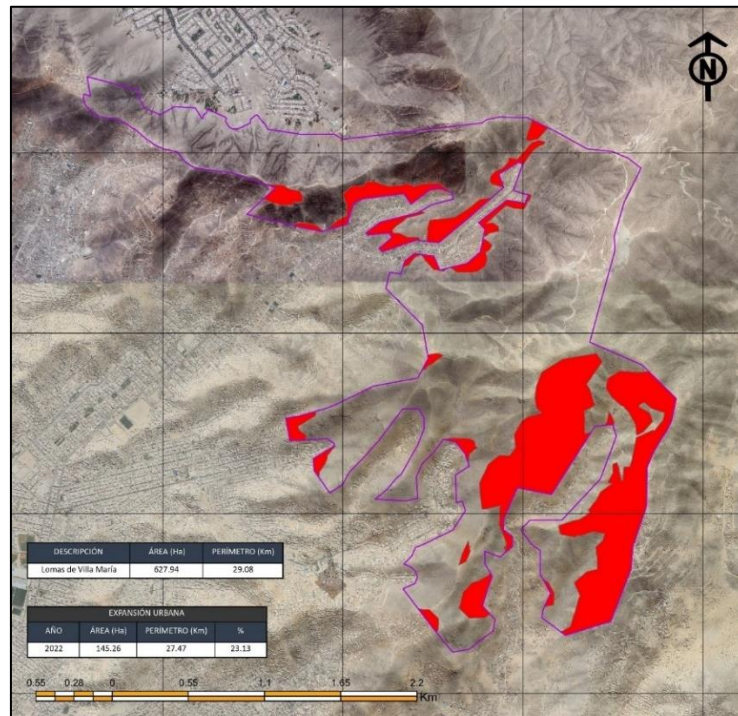
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 37
Mapas de la expansión urbana (2021)



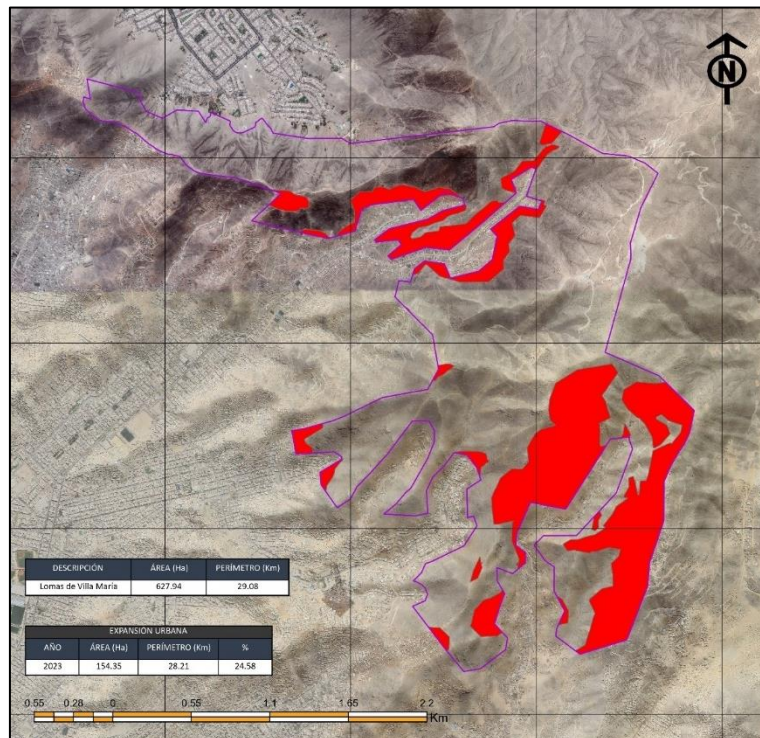
Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 38
Mapas de la expansión urbana (2022)



Fuente: Elaboración Propia, 2023

Figura 39
Mapas de la expansión urbana (2023)



Fuente: Elaboración Propia, 2023

A continuación (ver Tabla 5) se presentan los resultados derivados del análisis de las imágenes previamente procesadas.:

Tabla 5

Invasiones de terrenos en las Lomas de Villa María del Triunfo por años

AÑO	ÁREA (Ha)	PERÍMETRO (Km)	%
2003	1.71	1.29	0.27
2004	1.79	1.36	0.28
2005	2.00	1.46	0.32
2006	2.26	1.59	0.36
2007	2.39	7.00	0.38
2008	2.56	1.88	0.41
2009	3.29	2.30	0.52
2010	4.17	2.56	0.66
2011	6.15	3.13	0.98
2013	8.61	4.95	1.37
2014	9.31	5.64	1.48
2015	20.24	8.55	3.22
2016	22.89	9.98	3.65
2017	70.24	13.70	11.19
2018	73.92	14.14	11.77
2019	108.59	16.93	17.29
2020	121.38	21.25	19.33
2021	135.68	25.40	21.61
2022	145.26	27.47	23.13
2023	154.35	28.21	24.58

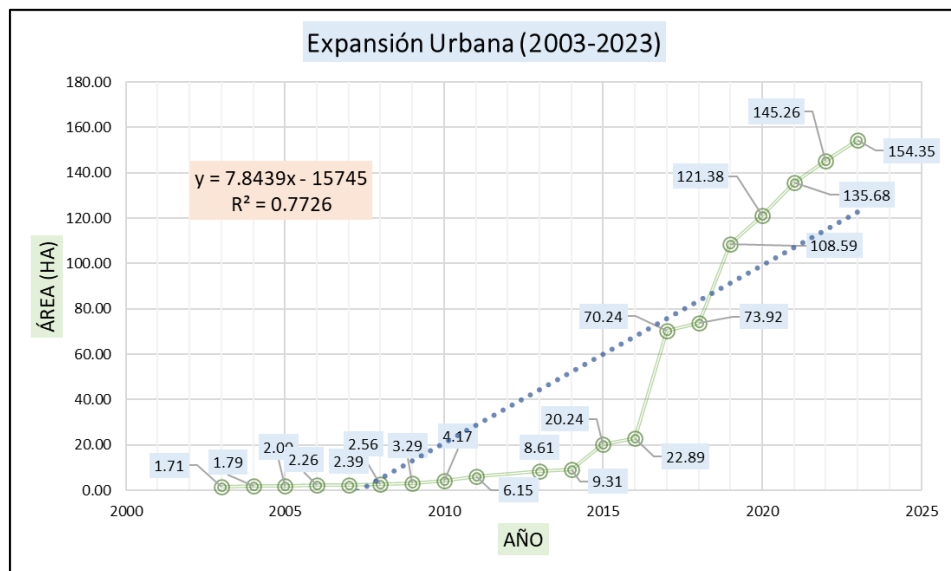
Fuente: Elaboración propia (2023)

En este sentido, se empleó los resultados obtenidos y mostrados en la tabla anterior para realizar el siguiente gráfico lineal, donde se aprecia la expansión urbana por cada año. Es decir, para el 2003 la expansión urbana ocupaba 1.71 Ha del área de estudio. Es en el 2010, fecha donde se comenzó a brindar servicios básicos a estas viviendas que se encontrarán en la periferia de las Lomas del paraíso, es que las invasiones y el tráfico ilegal de terrenos comienza a tomar una mayor predominancia. Asimismo, se observa que en el año 2019 el área o la ocupación de terrenos ha disminuido, pero aún se sigue realizando esta práctica ilegal.

Las invasiones de terrenos han ido poco a poco ocupando partes del área de estudio de las Lomas de Villa María cómo se muestra en el siguiente gráfico (ver Figura 40) que en el 2010 es cuando comienza a darse un crecimiento trascendental en esta área ocupada por las invasiones de terrenos llegando a ocupar hasta el día de hoy 154.35 hectáreas de las lomas de Villa María. Asimismo, como se visualiza en el gráfico de la expansión urbana expresada en hectáreas, sigue una tendencia de crecimiento lineal positiva, con un coeficiente de correlación de 0.77, es decir una fuerte relación de los datos a esta tendencia. Esto se debe a que las expansiones siguen creciendo a medida que pasan los años, pero en algunos años se incrementó con mayor potencia la expansión urbana, justificándose en las facilidades que les brindaron, como los servicios básicos de agua, luz y desagüe y la construcción de las conocidas “escaleras amarillas”, facilitándoles el acceso y su asentamiento en las lomas.

Figura 40

Área de la expansión de terrenos por años



Fuente: Elaboración propia (2023)

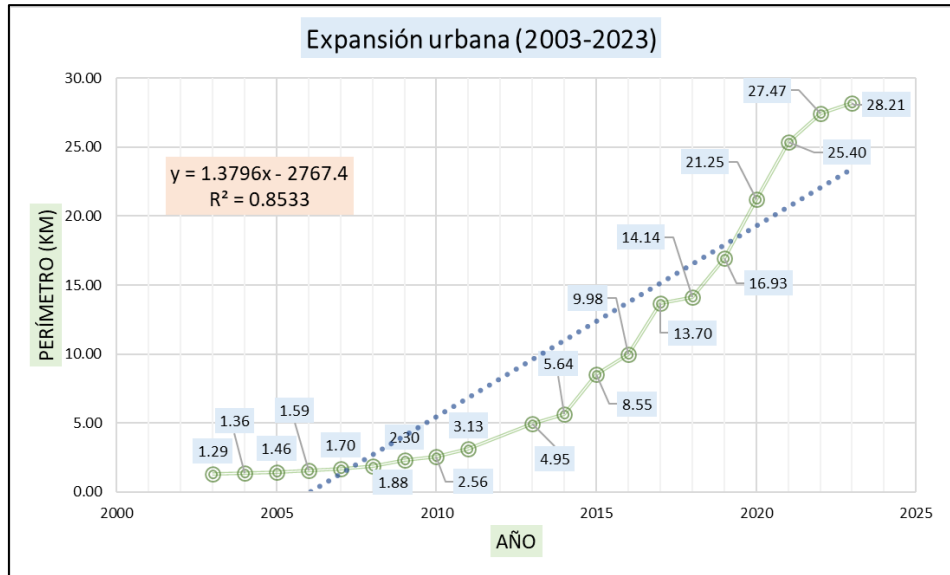
En el siguiente gráfico lineal se muestra el perímetro del área ocupada por la expansión urbana durante el periodo de estudio (ver Figura 41). Se observa que sus datos tienen una fuerte correlación a la tendencia lineal positiva. En este sentido, es trascendental esta ecuación porque con ella se puede realizar una proyección de cuánto la expansión urbana aumentará si seguimos sin hacer nada, si la autoridad no toma acción, no toma en cuenta a las lomas en los

planes de ordenamiento territorial y en sus propuestas de gobierno, y si no consideran un plan de conservación de estos ecosistemas frágiles.

Par continuar con el análisis de las proyecciones, se tomaron los datos de los últimos 5 años que siguen una tendencia lineal con un coeficiente de correlación fuerte.

Figura 41

Perímetro de la expansión urbana por años



Fuente: Elaboración propia (2023)

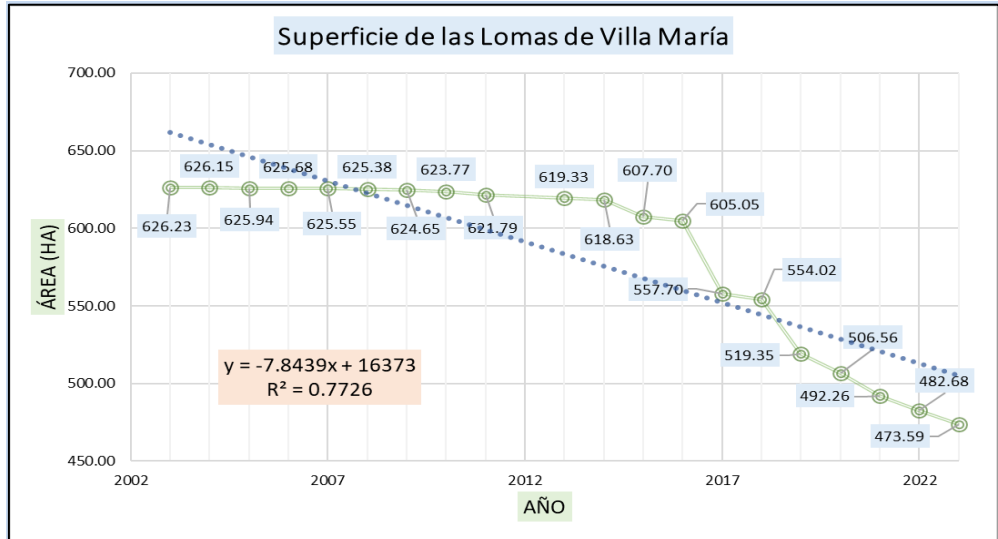
Para el siguiente análisis se tomó en cuenta los siguientes datos del área de estudio:

DESCRIPCIÓN	ÁREA (Ha)	PERÍMETRO (Km)
Lomas de Villa María	627.94	29.07881

Consecuentemente, en una relación indirectamente proporcional observamos que el área de las Lomas de Villa María ha ido disminuyendo a través de los años comenzando con un área de 627.94 Ha hasta llegar a un área de 473.59 Ha, es decir una pérdida del 24.5 % en tan solo 20 años (ver Figura 42). Asimismo, se observa que sigue una tendencia lineal negativo con un coeficiente de correlación moderadamente fuerte. Esto también se justifica en que las lomas vienen perdiendo superficie por la ocupación ilegal de terrenos dentro de estos ecosistemas, pero también como observamos a partir del 2019

se aprecia que son menos las hectáreas perdidas porque es cuando se establece Á como un área de Conservación regional.

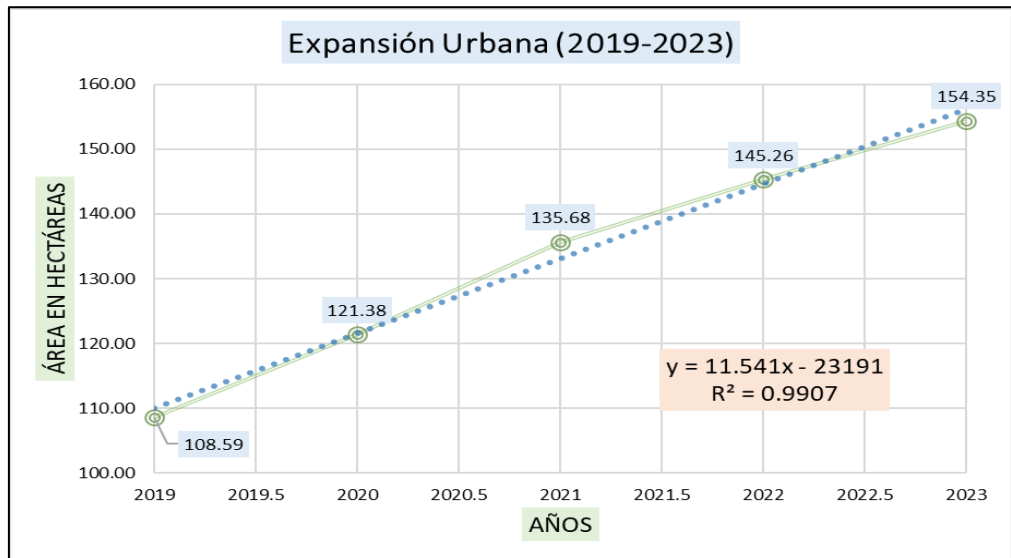
Figura 42
Superficie de las Lomas de Villa María



Fuente: Elaboración propia (2023)

En los últimos 5 años el área ocupada por la expansión urbana sigue una tendencia lineal positiva con un coeficiente fuerte de correlación de los datos (ver Figura 43).

Figura 43
Expansión urbana en los últimos 5 años



Fuente: Elaboración propia (2023)

Empleando la fórmula de regresión lineal, se procedió a hacer una estimación de la proyección de la expansión urbana en las próximas décadas si se mantiene a ese ritmo sin cambios transversales para detener estas acciones ilegales.

En la siguiente tabla observamos el área de la expansión y el porcentaje de las lomas que se iría perdiendo:

Tabla 6
Proyecciones de la expansión urbana

AÑO	ÁREA (Ha)	% de pérdida de las Lomas de Villa María
2019	108.59	17.29
2020	121.38	19.33
2021	135.68	21.61
2022	145.26	23.13
2023	154.35	24.58
2030	237.23	37.78
2040	352.64	56.16
2050	468.05	74.54
2060	583.46	92.92
2064	629.624	100.27

Fuente: Elaboración Propia (2023)

En conclusión, para el año 2040 se perderá más del 50% de la superficie de las lomas y para el año 2064 se perderá completamente lomas por las invasiones de terrenos. Estas cifras son alarmantes, y nos llaman a tomar acción inmediata, a través de diversas medidas entre los actores involucrados y otras medidas directamente a la acción como las siguientes:

- **Instalación de un cerco perimétrico**

- a) Sustento

Se propone la instalación de un cerco perimétrico de alambre metálico alrededor del área de las Lomas de Villa María con el fin de delimitar esta superficie y restringir el ingreso tanto de invasiones y de animales que puedan

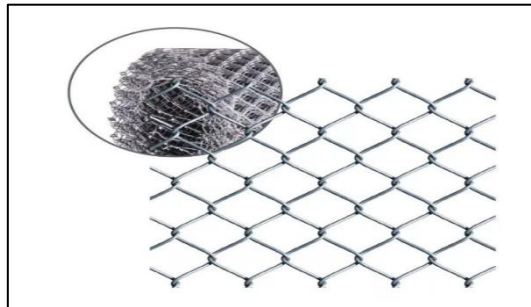
perturbar a la fauna y la flora de este ecosistema. Asimismo, se identificó que la gran cantidad de invasiones se realizan en verano que es cuando las Lomas se seca y pierde su cobertura vegetal, por ende, no lo identifican a simple vista como parte de la Loma, porque al parecer un terreno vacío lo suelen invadir. Es por ello, que al instalar este cerco perimétrico se tendrá una marcación que alertará también a los invasores de que esta es un Área de Conservación Regional jurídicamente protegida.

b) Descripción

- Instalación del cerco perimétrico con malla de alambre metálico.

Figura 44

Malla propuesta para el Cerco Perimétrico

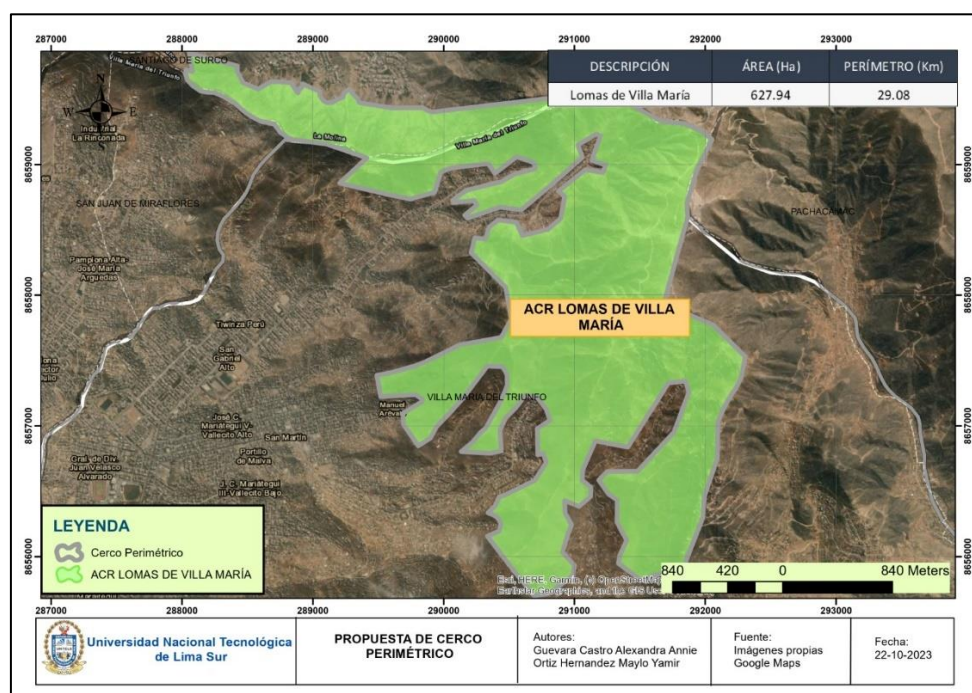


Fuente: Mercado Libre (2023).

c) Propuesta de Ubicación

Figura 45

Propuesta de Ubicación del Cerco Perimétrico



Fuente: Elaboración Propia (2023).

ETAPA II: Estimación de la variación multitemporal a causa del manejo turístico.

Al realizar recorridos exploratorios y dialogando con voluntarios de la organización Lomas del Paraíso, se obtuvo información respecto al manejo turístico en las lomas.

Para comenzar, la gran mayoría de turistas ingresan sin un guía o sin haber realizado una reserva para que tengan una visita guiada. Asimismo, muchos de los visitantes llevan a sus mascotas y sin correa. Se debe tener en cuenta que las mascotas están prohibidas en estos ecosistemas, porque depredan y pueden alterar el ecosistema natural.

Una de las principales causas es el desconocimiento de los visitantes, no se anticipan leyendo lo que está permitido en el recorrido en la página oficial de las lomas y por el contrario se guían por la difusión errónea del material compartido en las redes sociales por los llamados “Influencers”. Ante esta situación, a los encargados solo les quedan brindar recomendaciones cuando

los visitantes se presentan con sus mascotas, como el uso de correas para evitar la afectación al área.

Como otro punto a recalcar es que cuando se ingresa en grupo solo toman datos de una persona encarda por cada grupo, es decir no se tiene una data del total de visitantes que ingresan por la Av. Paraíso ni los que ingresaran por Señor de Lampa, situado en las Lomas de San Gabriel.

Por consiguiente, se solicitó información de la afluencia turística que se realiza por año en las lomas.

En ese sentido, en el siguiente grafico (ver Figura 46) se detalla las causas por lo que la afluencia turística es considerada como uno de los principales factores socioambientales en la zona, se identificaron cuatro aspectos ambientales:

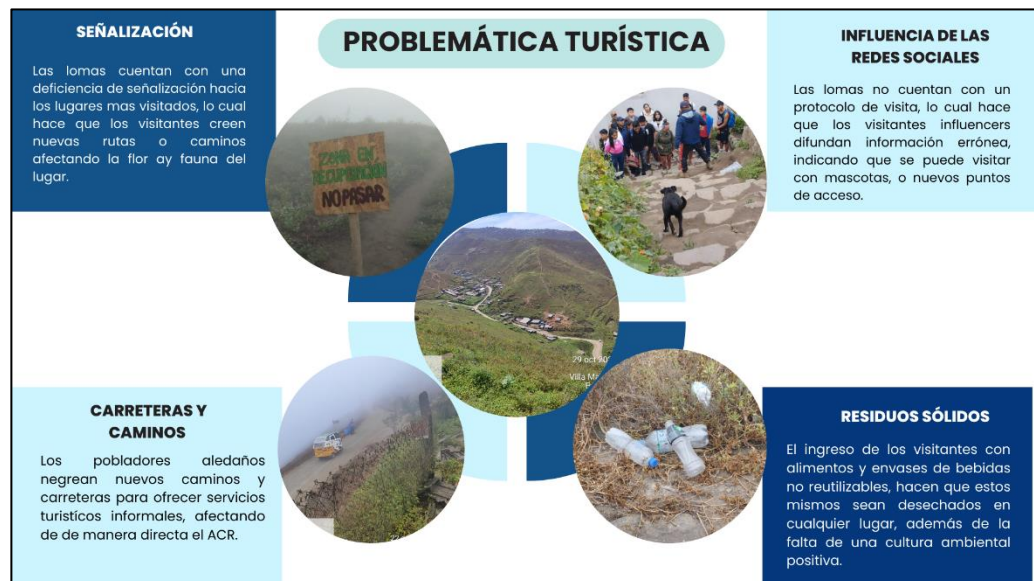


Figura 46

Factores relacionados a la afluencia turística

Fuente: Elaboración propia (2023)

Estos aspectos identificados conllevan a impactos en las lomas y más en la zona del circuito ecoturístico Lomas del Paraíso.

Se obtuvo datos del perfil anual de visitantes desde el año 2016 dado que en los años previos no se llevaba un registro, por lo cual la evaluación de la afluencia turística se realizará a partir de ese año que es donde se comienza a popularizar la visita al centro ecoturístico Lomas del Paraíso.

- **Características demográficas**

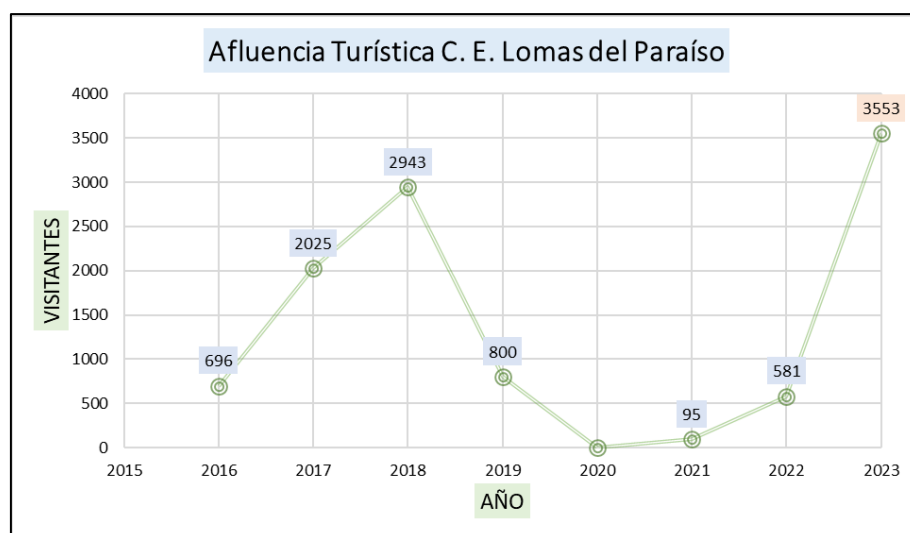
En la Figura 47 se aprecia los datos cuantitativos de la cantidad de visitantes a las lomas por año, cabe resaltar que esta cantidad se refiere al número de visitantes que realizan una reserva para una visita guiada en las Lomas.

Además, para la obtención de estos datos a través de la organización Lomas del Paraíso, se debe tener en cuenta que el universo de la encuesta fueron tanto hombres como mujeres sean de nacionalidad peruana como extranjera en un rango de edad de 1 a 100 años que hayan realizado por lo menos 1 visita a las Lomas del Paraíso en el año respectivo.

La metodología empleada fue la realización de encuestas a todas personas que se registraron y tomaron el servicio de orientación turística con la asociación circuito ecoturístico Lomas del Paraíso.

Figura 47

Afluencia Turística Anual para el Servicio de Orientación Turística



Fuente: Elaboración propia (2023) con datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso.

Realizando un análisis de la imagen anterior nos podemos percatar que desde el año 2016 hasta el año 2018 se dio un incremento consecutivo de la cantidad de visitantes registrándose en el año 2018 el punto máximo de 2943 visitantes al centro ecoturístico de Lomas del Paraíso. En el año 2019 no se obtuvieron muchas visitas y en el año 2020 dado a la pandemia por el COVID-19 no se

obtuvo registro de los visitantes. Sin embargo, desde este punto se observa nuevamente un crecimiento gradual al año 2021, y un crecimiento un poco más acelerado en el año 2022, no se tiene aún los datos para el presente año dado que el documento del perfil de visitante se elabora anualmente con información de enero a diciembre, pero se proyecta que el número de visitas nuevamente se incremente trayendo consigo diversos impactos sean positivos o negativos para las Lomas. (ver **Figura 48**).

Figura 48
Cantidad de Visitantes por género

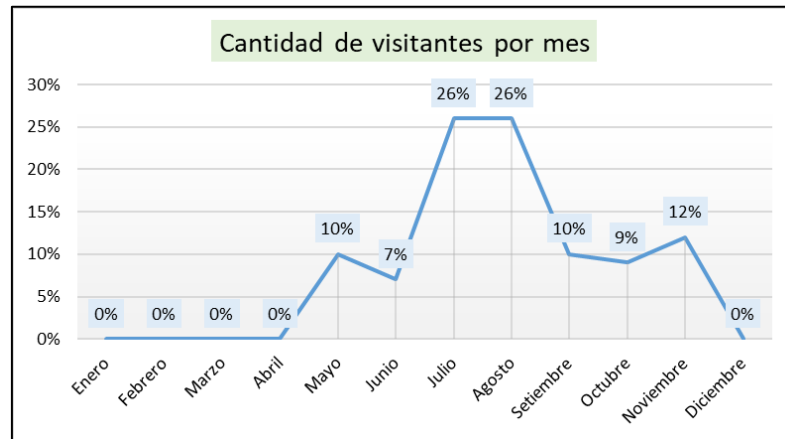


Fuente: Elaboración propia (2023) con los datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso.

En la siguiente gráfica (ver Figura 49)se obtiene la cantidad de visitantes por mes, se debe tener en cuenta que esto es la cantidad de visitantes que se registran para que tengan un guiado por el centro ecoturístico de las Lomas del Paraíso. Es por ello, que de enero a marzo salen datos iguales a 0% y en abril que comienza la temporada de la flor de Amancaes que es cuando se incrementan el número de visitas, teniendo los meses con mayores visitas de julio a agosto y de ahí hasta fin de año.

Figura 49

Porcentaje de visitantes por mes

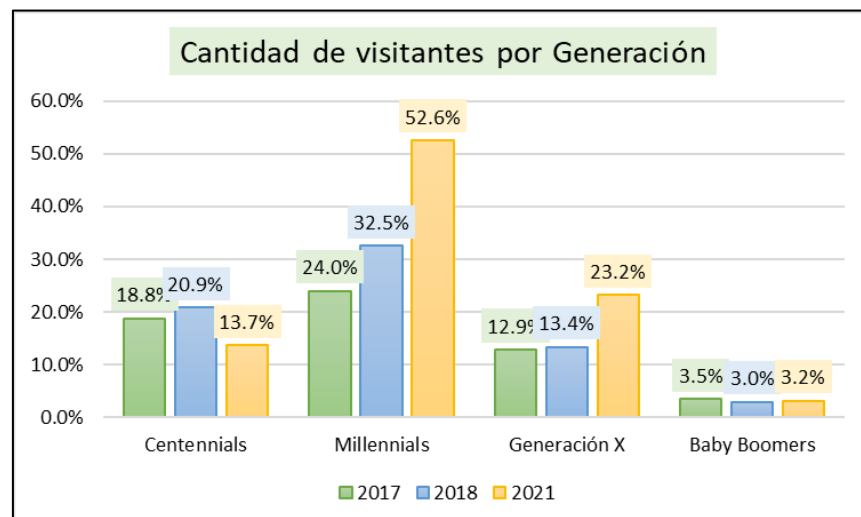


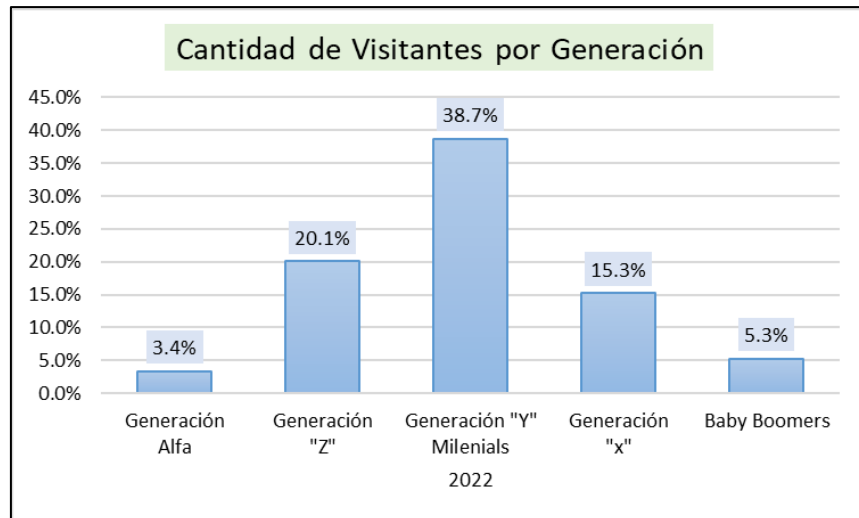
Fuente: Elaboración propia (2023) con datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso.

En la siguiente gráfica (ver Figura 50) se aprecia el grupo etario con una mayor afluencia en las visitas de las Lomas del Paraíso destacándose en todos los años los millennials que son el grupo etario que oscila entre los 22 y 38 años. Esto se puede justificar a que este grupo etario suelen tener amplio gusto por lo digital y en base a datos de la difusión de las Lomas del Paraíso, se realiza más por las redes sociales. Además, según la clasificación por ocupación suelen ser más los universitarios que visitan las lomas y estos en su mayoría pertenecer al grupo etario de los millennials.

Figura 50

Cantidad de visitantes por Generación





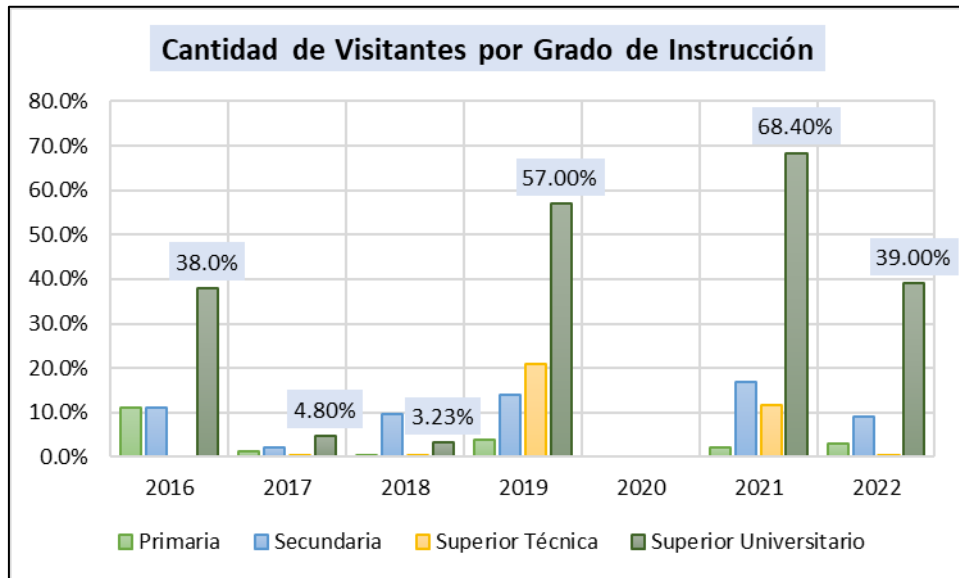
Fuente: Elaboración propia (2023) con datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso

• Características Socioeconómicas

Entre el grado de instrucción de los visitantes que acudieron al Circuito Ecoturístico Lomas de Paraíso, destacan los visitantes con grado de superior universitario como se aprecia en el siguiente gráfico (ver Figura 51), en todos los años este grupo es el que ha tenido mayor porcentaje de visitas por el centro ecoturístico Lomas del Paraíso. Esto es un punto favorable porque nos indica que muchos de estos universitarios podrían verse interesados y animarse a realizar investigaciones sobre las lomas, que es uno de los puntos trascendentales para comprender las causas, mitigar los impactos y conservar este ecosistema de gran importancia, no solo ambiental sino también cultural e histórico.

Figura 51

Cantidad de visitantes por Grado de Instrucción



Fuente: Elaboración propia (2023) con datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso

Dentro de este grupo de visitantes se destacaron diversas ocupaciones entre ellos profesionales, amas de casa, estudiantes, arquitectos, administradores ingenieros, entre otros. Como se aprecia en los siguientes gráficos circulares (ver Figura 52) clasificado por años y por ocupación de los visitantes de las Lomas del Paraíso. Asimismo, se observa que los estudiantes son los que visitan más las Lomas del Paraíso, puede verse como un dato importante que los estudiante cada vez toman en cuenta paseos o recorridos por estas Lomas, lo que conlleva también a su interés en conocer sobre este ecosistema y comprender porque son importantes no solo por su belleza a paisajística, sino por su gran valor y potencial para lo conocido como ciudades sostenibles que involucra la vivencia con armonía de las áreas naturales, buscando aprovechar sus recursos pero de una forma sostenible.

Figura 52

Cantidad de visitantes por ocupación en las Lomas del Paraíso



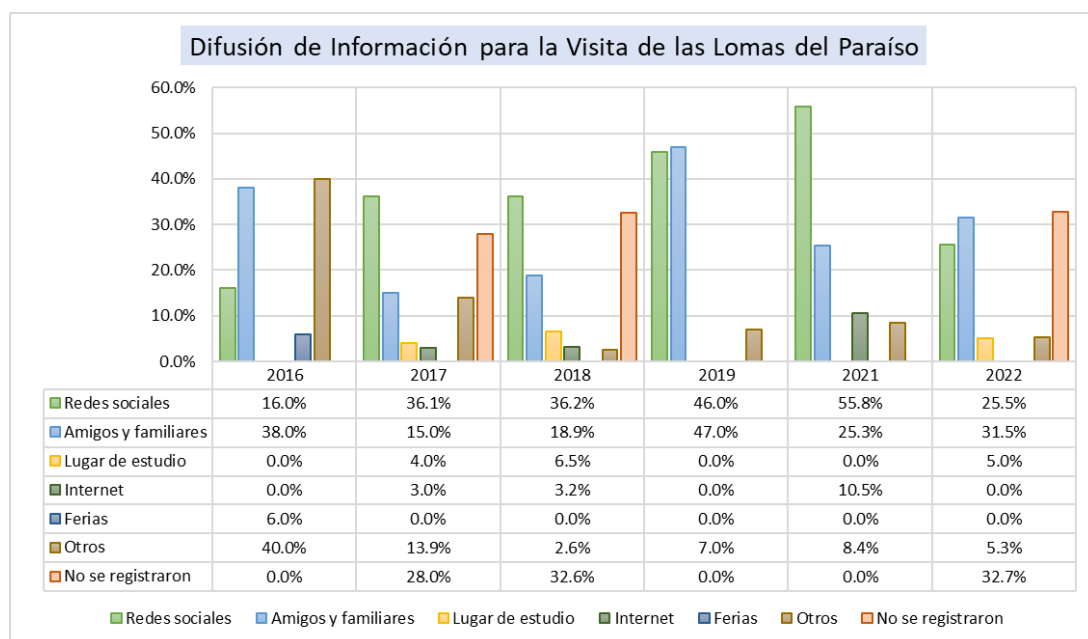
Fuente: Elaboración propia (2023) con datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso

• **Aspectos previos a la visita**

En los recorridos los guías acotan que muchas veces el impacto del turismo se da porque hay una mala información en cuanto a las normas y a las reglas para la visita de este ecosistema frágil. En el siguiente gráfico, se aprecia de dónde las personas se enteraron de las Lomas del paraíso y se obtuvo que el mayor porcentaje a través de los años siempre ha sido por las redes sociales que muchas veces brindan una información errónea por el propio desconocimiento. Así también, en las visitas de campo se observó que varios de los visitantes llevan consigo a sus mascotas al no tener claro que al ser un ecosistema frágil no se pueden llevar ningún tipo de animal porque puede perturbar a la naturaleza y a la fauna de este ecosistema frágil de las Lomas del Paraíso (ver Figura 53).

Figura 53

Difusión de información para la visita a las Lomas del Paraíso



Fuente: Elaboración propia (2023) con datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso

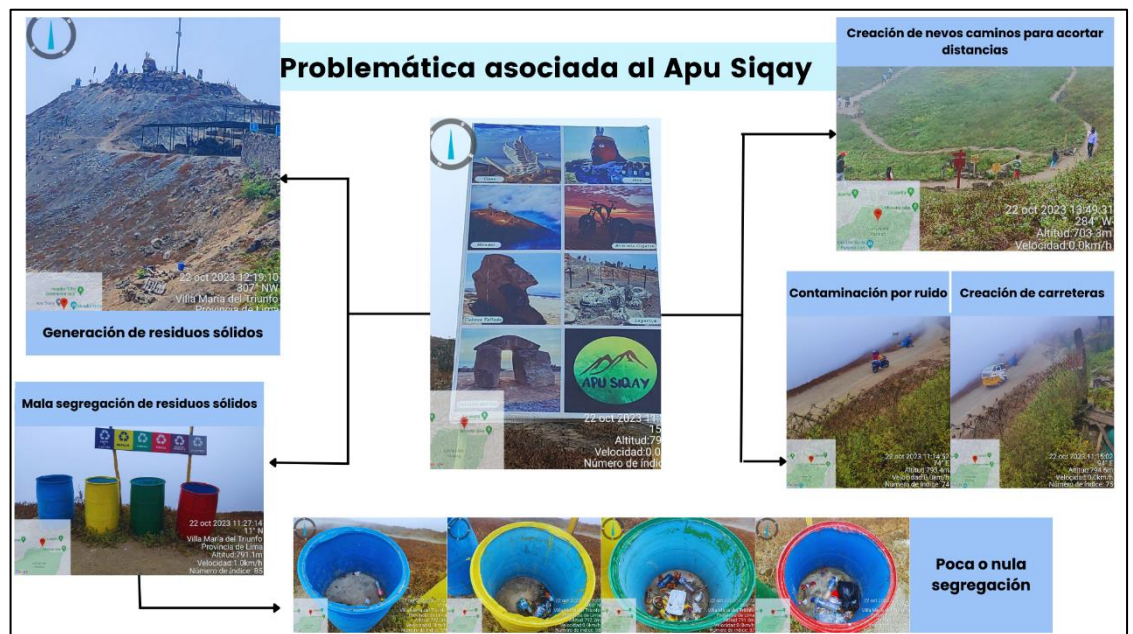
En adición a lo anterior, uno de los principales problemas derivados de la influencia turística se da porque los visitantes suelen realizar el recorrido por senderos no autorizados y a su vez por realizar la visita al conocido “Apu Siqay”, un cerro que se encuentra más arriba de las lomas del Paraíso donde se puede ver el colchón de nubes, el cuál ha tenido una gran influencia dado que muchos de los visitantes por desconocimiento generan nuevos caminos y senderos para llegar a este cerro. En ese sentido, muchos de los visitantes llegan generando ruido y por ende perturban la tranquilidad de las especies de la fauna y también a la flora porque al realizar recorridos sin un guía se suelen salir de los senderos o de los caminos que están limitados, para poder tomarse fotos, arrancar flores e incluso se ha encontrado varios visitantes que se encuentran descansando en la flora de las Lomas.

Es así como, muchos de los visitantes suelen ir con motos, bicicletas, motos lineales llevando parlantes, propiciando también el ruido en altos niveles. Asimismo, todo este ruido provocado por la afluencia masiva de los turistas perturba a las especies y se ven obligadas a realizar movimientos intempestivos y una mayor cantidad de vuelos en el caso de las aves, migrando a zonas fuera de su lugar de origen.

Es así como la afluencia masiva por llegar al Apu Siqay despierta el interés de la población y se ve interesada, pero de una forma económica y no tomando en cuenta la conservación de las Lomas. Por otra parte, en este sendero donde suelen acortar camino para llegar al Apu Siqay por las partes de las Lomas del Paraíso, se han establecido puestos temporales en donde suelen vender productos como snacks, dulces, agua, frutas, entre otros. Por consiguiente, mayor generación de residuos en las Lomas.

En la siguiente lámina (ver Figura 54) se aprecia la problemática asociado a la visita al “Apu Siqay”.

Figura 54
Problemática Asociada al Apu Siqay



Fuente: Elaboración propia, 2023.

A medida que los años pasan, la cantidad de visitantes aumenta según la tendencia, es por lo que se debe estar preparado para tomar acción ante una masiva cantidad de turistas en este ecosistema frágil. En este sentido, proponemos lo siguiente como una medida de precaución para mitigar los impactos que trae consigo el turismo desordenado:

- **Instalación de casetas de vigilancia**

a) Sustento:

Se propone la instalación de 3 casetas adicionales de vigilancia dado que actualmente en las Lomas del paraíso solamente se cuenta con una caseta a la entrada, la cual no puede cubrir toda el área del circuito ecoturístico de las Lomas del Paraíso. En este sentido, se requiere la contratación de tres guardaparques que trabajen al menos de martes a domingo, que son los días en los que se evidencia una mayor cantidad de la población y al tener estas casetas los propios guardaparque podrían brindar información introductoria como una charla previa al recorrido para que puedan seguir las indicaciones, como no pisar el pasto, no arrancar las flores, comunicarles que está prohibido el ingreso con mascotas, indicarles el camino autorizado y hacer que se cumplan las normas y la política de visita. Además, al brindar esta charla previa, se brindaría a todos los turistas información de la importancia del cuidado de las Lomas del Paraíso, con ello surgiría nuevamente poco a poco esta relación amigable entre la naturaleza y la población. Adicionalmente, al costado de estas casetas se podría colocar contenedores para que las personas puedan segregar sus residuos y los guardaparques puedan apoyar en recojo de los residuos hasta el punto de acopio más cercano que se encuentra a la entrada de las Lomas del Paraíso.

b) Descripción:

-Se requiere el suministro 3 casetas de vigilancia de madera.

- Se requiere la contratación de 3 guardaparques.

c) Entregables

N°	Producto/Entregable
1	Permisos de Trabajo
2	Reporte de validación de características de las casetas de vigilancia.
3	Elaboración de las casetas de vigilancia

N°	Producto/Entregable
4	Instalación de las 3 casetas de vigilancia
5	Proceso de selección de 3 profesionales aptas para el puesto de guardaparque.
6	Contratación de 3 guardaparques (jornada completa)

Tabla 7

Propuesta de diseño de caseta de Vigilancia

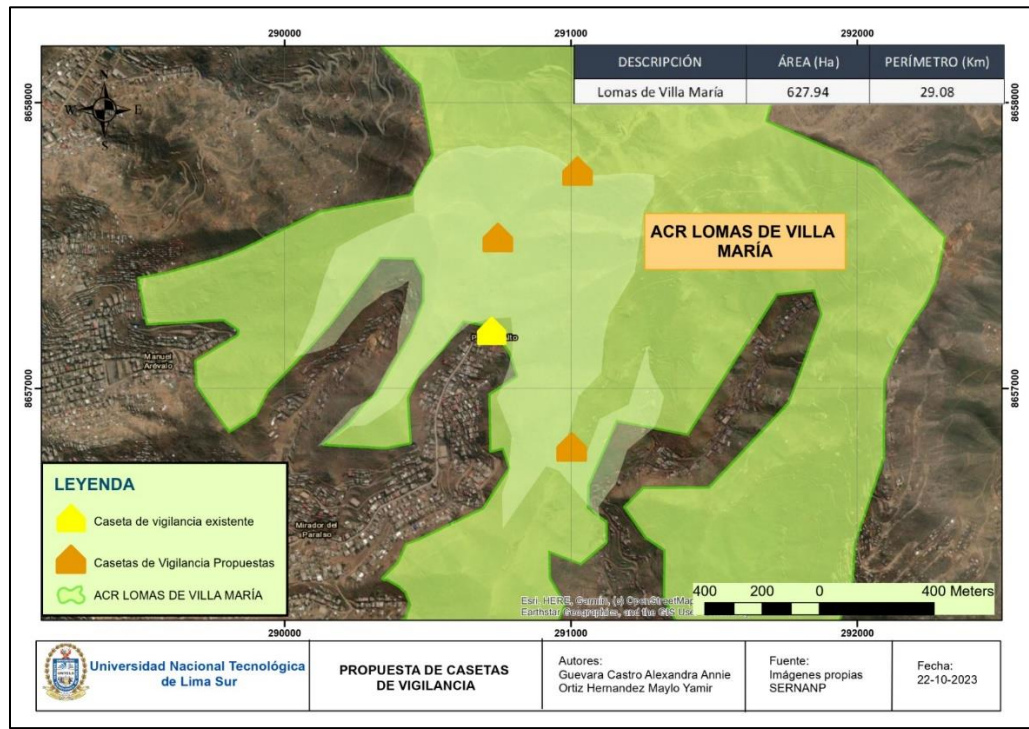


Fuente: Mercado libre (2023)

c) Propuesta de ubicación

Tabla 8

Propuesta de ubicación de las casetas de Vigilancia



Fuente: Elaboración Propia (2023).

ETAPA III: Estimación de la variación multitemporal a causa de la contaminación ambiental por la generación residuos

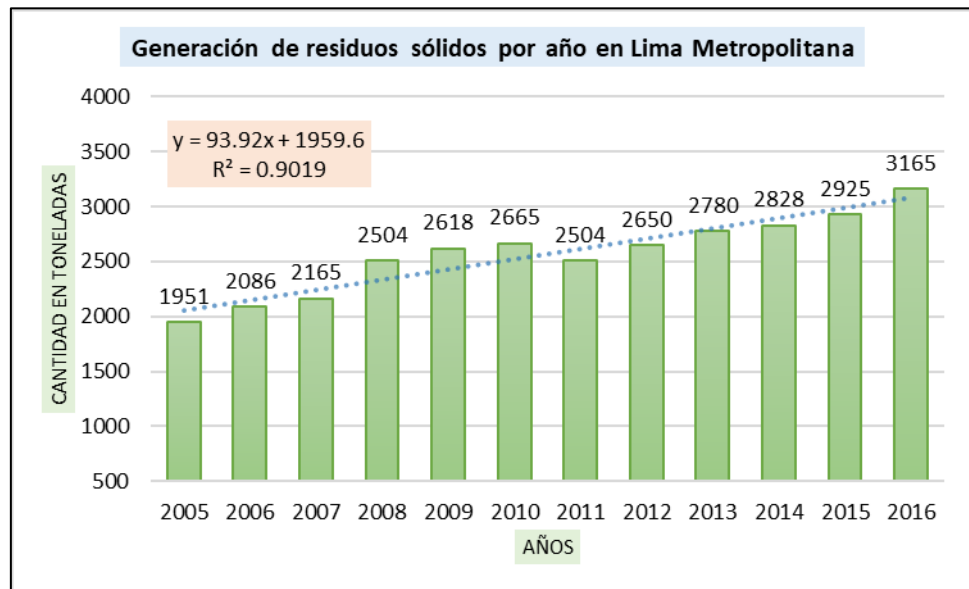
- Generación y gestión de residuos sólidos

Los residuos sólidos son los materiales que han cumplido su vida útil o ya no son necesarios para el consumidor.

Para tener un contexto en el 2016, en la provincia de Lima, se produjeron un total de 3,165,000 toneladas de residuos sólidos domésticos (ver Figura 55), lo que marcó un aumento del 8.2% en comparación con el año anterior. Este incremento refleja el crecimiento de la generación de desechos en la región y subraya la importancia de abordar adecuadamente la gestión de residuos para mitigar sus impactos ambientales y sociales (INEI, 2017).

Figura 55

Indicador: Generación de residuos sólidos por año en Lima Metropolitana, 2005 - 2016



Fuente: Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental, Subgerencia de Gestión Ambiental, División de Gestión de Residuos Sólidos, Municipalidad Metropolitana de Lima. (MML, 2016)

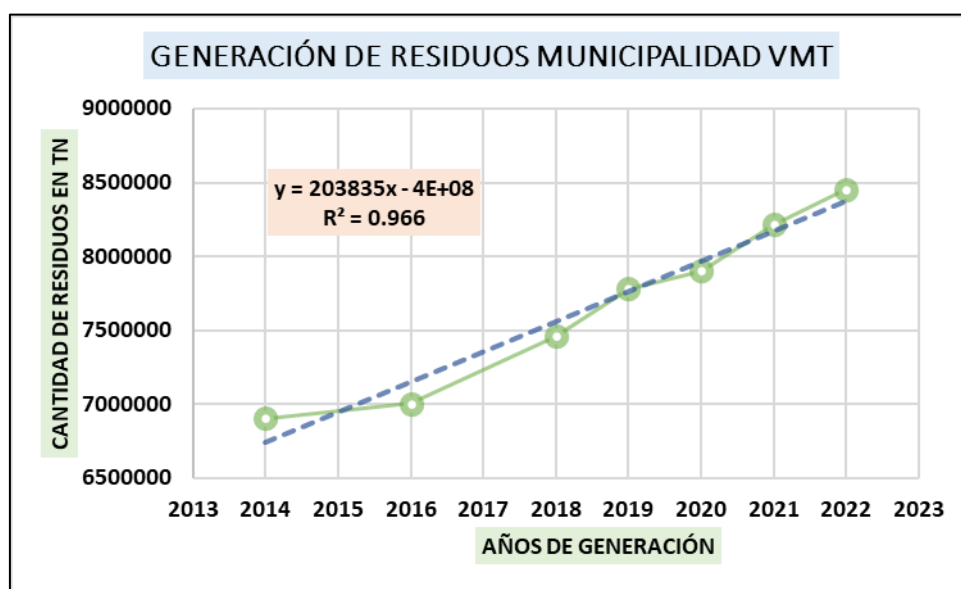
A nivel de los distritos de la provincia de Lima se destaca que la mayor cantidad de residuos domiciliarios generados. En San Juan de Lurigancho genera 825.8 toneladas por día, seguido de Lima con 653.0 toneladas y Ate con 583.2 toneladas. Además, en términos de la generación per cápita diaria, se

registraron los valores más altos en los distritos de San Isidro, con 2.7 kilogramos por habitante por día, y en Barranco, con 2.4 kilogramos por habitante por día en cada distrito, junto con La Victoria, que registró 2.3 kilogramos por habitante por día. Estos datos subrayan la necesidad de implementar estrategias efectivas de gestión de residuos y promover la reducción y el reciclaje para abordar este desafío ambiental en la provincia de Lima (INEI, 2017).

A nivel distrital Villa Maria genera 1.4 Kg/hab/día y 271.9 toneladas diarias de residuos sólidos aproximadamente (ver Figura 56-Figura 57), cabe resaltar que dichos datos son solo para residuos municipales domiciliarios. Estos datos tienen una fuerte relación lineal con un coeficiente de correlación con un valor alto lo cual nos permite hacer proyecciones más precisas de la generación de residuos.

Figura 56

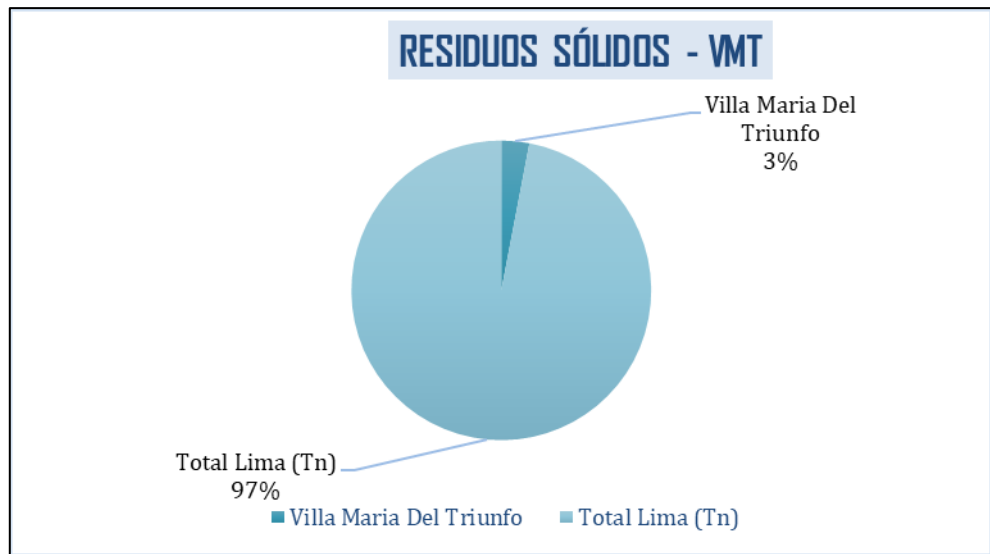
Generación de residuos sólidos en Villa María del Triunfo



Fuente: la generación de residuos va en aumento a medida del crecimiento poblacional. *Fuente:* (MML, 2016)

Figura 57

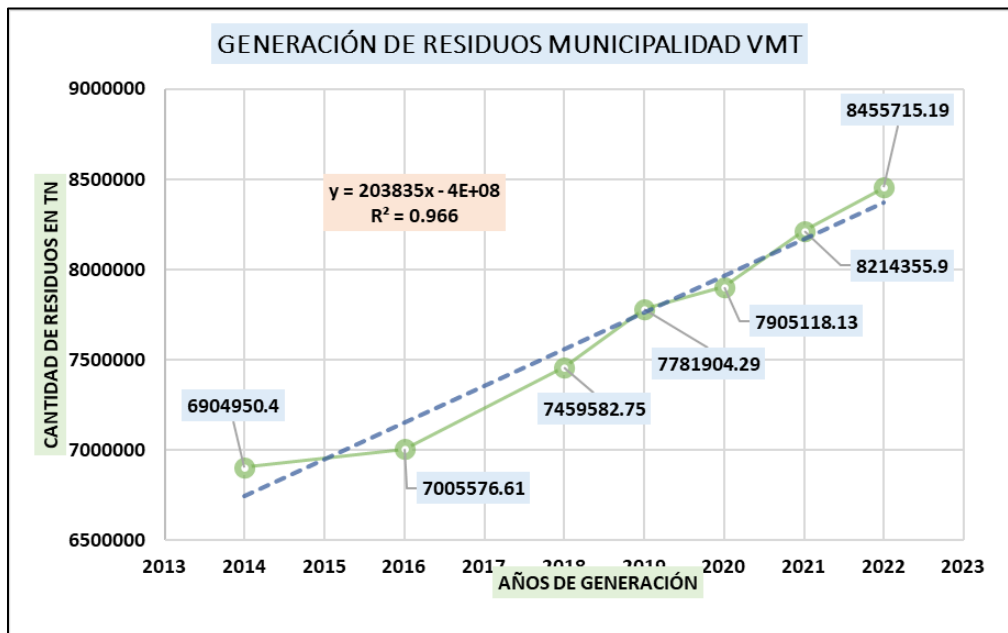
Residuos sólidos del distrito de VMT



Fuente: El distrito de Villa María del Triunfo representa el 3% de la generación total de residuos a nivel de Lima Metropolitana. **Fuente:** (MML, 2016)

Figura 58

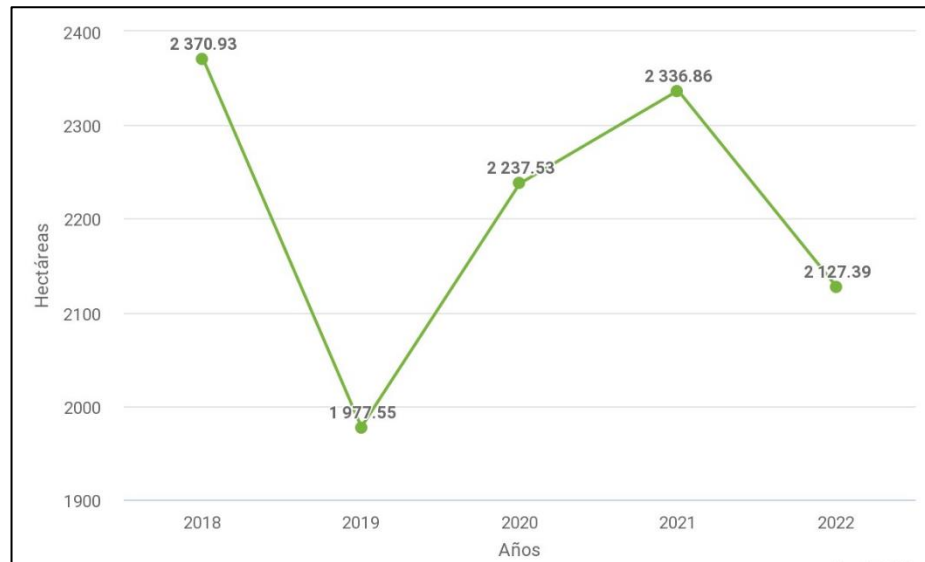
Perú: Generación de residuos sólidos municipales



Fuente: Al 2022 se ha incrementado la generación de residuos a nivel municipal. **Fuente:** OEFA, 2022

Figura 59

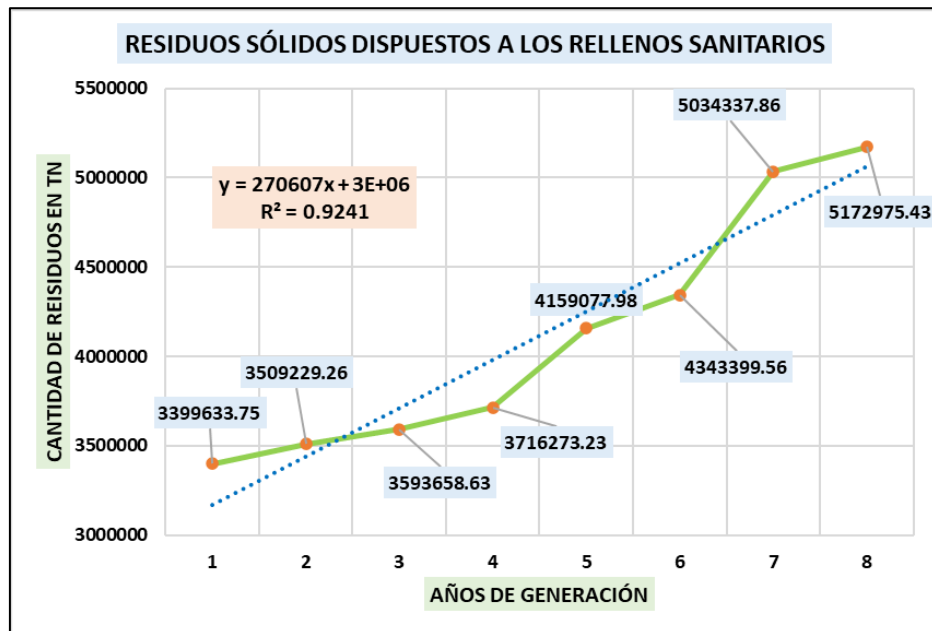
Perú: Superficies degradadas por residuos sólidos municipales



Fuente: En el 2018 se tuvo el pico más alto, y mayores zonas afectada por residuos sólidos. Fuente: OEFA, 2022

Figura 60

Perú: Residuos sólidos municipales dispuestos en rellenos sanitarios



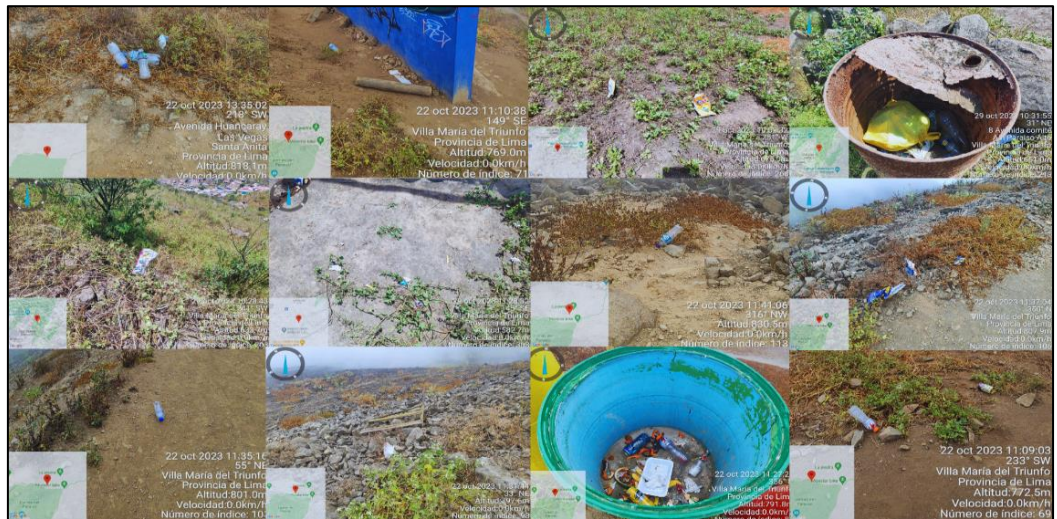
Fuente: En los últimos años mayor cantidad de residuos han sido dispuestos en rellenos sanitarios. Fuente: MINAM, 2022

A través de los recorridos exploratorios por el área de estudio de las Lomas de Paraíso se registró gran diversidad de residuos sólidos dejados en las lomas por

los propios visitantes en su mayoría porque también se debe considerar que mucho de los residuos son generados por lo habitantes que viven en la periferia de las lomas. A continuación, mostramos una recopilación de los registros fotográficos (ver Figura 61) que capturamos de los residuos sólidos encontrados.

Figura 61

Fotografías de los residuos sólidos encontrados en las Lomas del Paraíso



Fuente: Elaboración propia (2023)

En el recorrido se encontró diversos residuos entre ellos, botellas, latas, restos de palets, envoltura, entre otros (ver Figura 62).

Figura 62

Gráfica del tipo de residuos encontrados en las Lomas del Paraíso

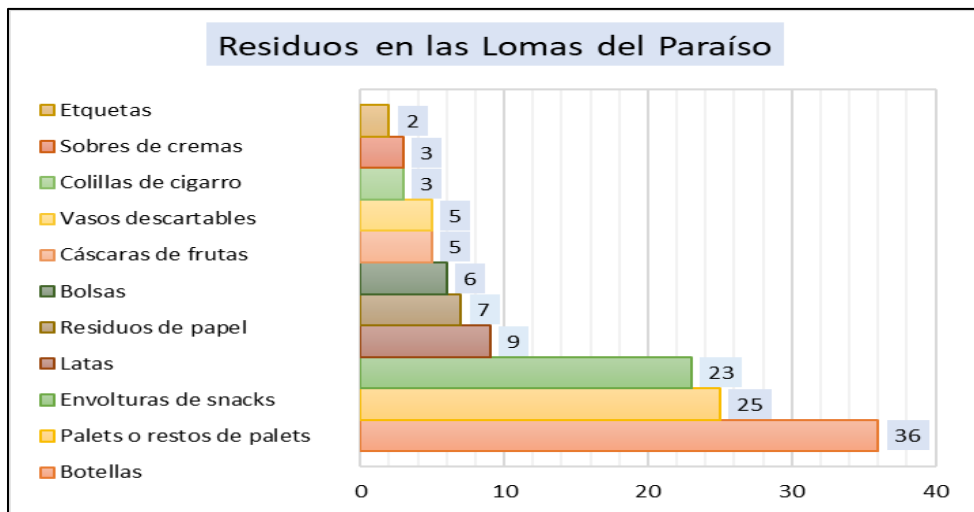


Fuente: Elaboración propia (2023)

Para ello se tomó una muestra de 124 residuos encontrados en el recorrido de las Lomas del paraíso tal cual se aprecia en la siguiente gráfica (ver Figura 63):

Figura 63

Residuos en las Lomas del Paraíso



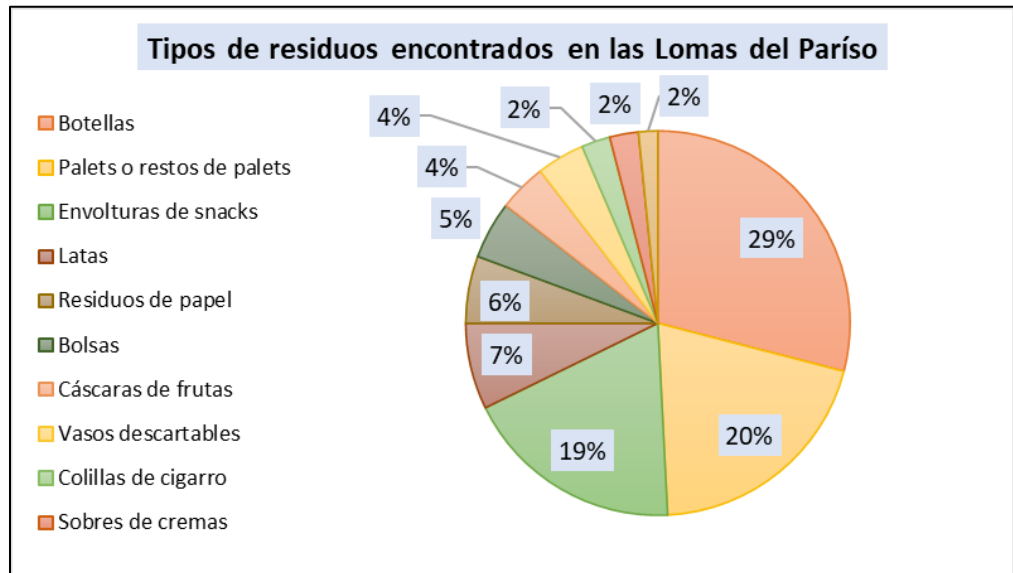
Fuente: Elaboración propia (2023)

De esta muestra se obtuvo que el 29% correspondía a las botellas de plástico observándose que hay una mayor cantidad de este tipo de residuos en las Lomas del Paraíso, seguido por restos o residuos de palets dentro del área de estudio teniendo un porcentaje del 20% del total de los residuos encontrados y seguidos

por las envolturas del snack correspondiente a un 19%. Los residuos que en menor cantidad se encontraron fueron las colillas de los cigarros y los sobres de crema representando ambos aproximadamente un 4% (ver Figura 64).

Figura 64

Tipos de residuos encontrados en las Lomas del Paraíso

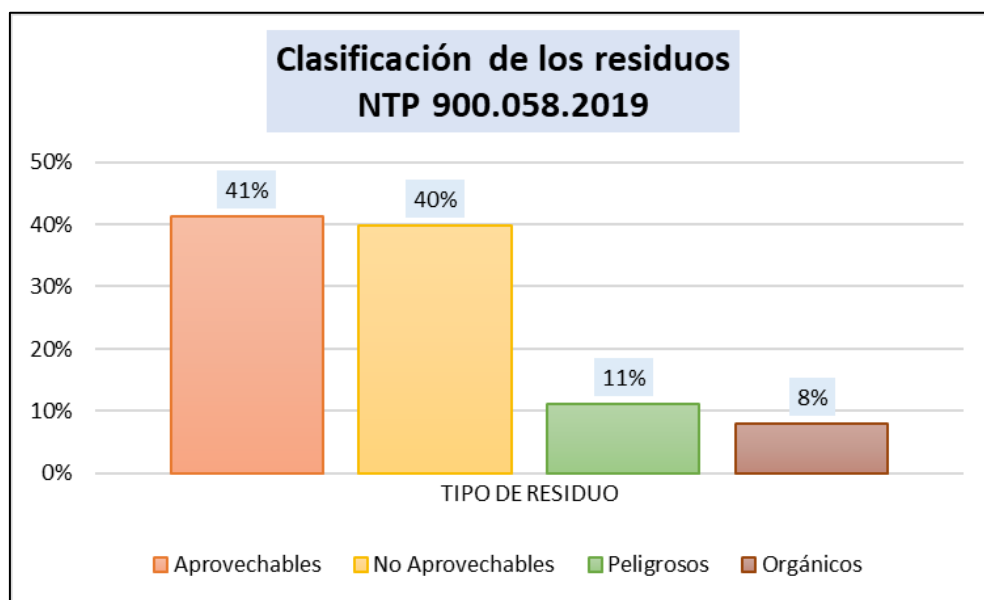


Fuente: Elaboración propia (2023) con datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso

Mediante la clasificación de la NTP 900.058.2019 se obtuvo que de los residuos encontrados, el 41% pueden ser aprovechados, el 40% son no aprovechables, el 11% son peligrosos y el 8% orgánicos (ver Figura 65).

Figura 65

Clasificación de los residuos encontrados según la NTP 900.050.2019



Fuente: Elaboración propia (2023) con datos proporcionados por la Asociación del Centro Ecoturístico Lomas del Paraíso

Los datos anteriores son importantes porque permiten tener una noción del potencial de valorización de los residuos que se encuentran en las lomas, es así como muchos de los pobladores ven como una oportunidad económica reciclar los residuos, dado que la mayor cantidad de estos son plásticos e incluso suelen utilizar estos residuos para elaborar souvenirs alusivos a las Lomas.

Asimismo, para combatir esta problemática, se suelen realizar jornadas de limpieza con voluntarios de las asociaciones, pero esto es solamente una medida inmediata pero no soluciona este problema que con el pasar de los años seguirá aumentando si es que no se hace nada al respecto. Sin embargo, se puede realizar la siguiente propuesta para darle valor a ese porcentaje de residuos aprovechables:

- **Instalación de módulos de reciclaje en las zonas más transitadas del Circuito Ecoturístico en las Lomas de Villa María – sector Paraíso**

a) Sustento

Se propone la colocación de 4 puntos ecológicos, en el cual la población y los visitantes puedan desechar sus residuos con una correcta segregación en la

fuente. Asimismo, se pueden buscar alianzas con organizaciones para colocar contenedores de chapas dado que la mayor cantidad de residuos que se desechan en Lomas corresponden a botellas de plástico, y al tener una alianza con una organización se podría donar las tapas y las botellas. La ubicación de estos contenedores tendrían que estar al costado de las casetas que se proponen dado que los propios guardaparque podrían ser los que retiran y colocan las bolsas a los tachos y culminado su jornada lo llevarían a un punto de acopio que se encuentra en la entrada de las Lomas del Paraíso o también podría darse una alianza con este acopio para que el recojo de estos residuos que en temporadas altas de visita y en los fines de semana pueden tener una gran cantidad de residuos que puedan valorizar dado que la mayor cantidad de residuos corresponden a residuos aprovechables según nuestros resultados.

b) Descripción

-Adquisición de 4 módulos (3 tachos por módulo) de reciclaje de acero inoxidable que no ocupen mucho espacio y con un diseño para exteriores con las siguientes dimensiones: alto: 80 cm; ancho: 24 cm; largo: 47 cm. Estas características deberán ser corroboradas presencialmente por el proveedor, previo a la compra.

c) Entregables

N°	Producto/Entregable
1	Permisos de Trabajo
2	Reporte de validación de características de contenedores
3	Elaboración de los contenedores de segregación
4	Archivo editable en el programa de diseño de señalética
5	Elaboración de la señalética de los contenedores

N°	Producto/Entregable
6	Instalación de los 4 módulos de segregación primaria (12 tachos)

El proveedor deberá presentar un plan de trabajo del servicio a realizar, que incluirá los objetivos, las actividades y el cronograma a desarrollar.

Diseño de señalética de los contenedores: El proveedor deberá presentar el diseño de la señalética de los contenedores, de acuerdo con la clasificación de los residuos, que determina la NTP 900.058.2019. Al menos, las características mínimas para los diseños son contenido gráfico informativo y fácil visualización a larga distancia; y el mantenimiento debe ser sencillo.

Letrero: Se requiere que el diseño del letrero del contenedor tenga las siguientes dimensiones: alto: 20 cm, largo: 47 cm., sea del mismo material que los contenedores, e incluya frases relacionadas al impacto de segregar correctamente los residuos, y sea inclusivo.

Vinil: Se requiere que el diseño de los viniles sea gráfico y cubra en su totalidad al contenedor.

A continuación, imágenes referenciales de la ubicación de la señalética

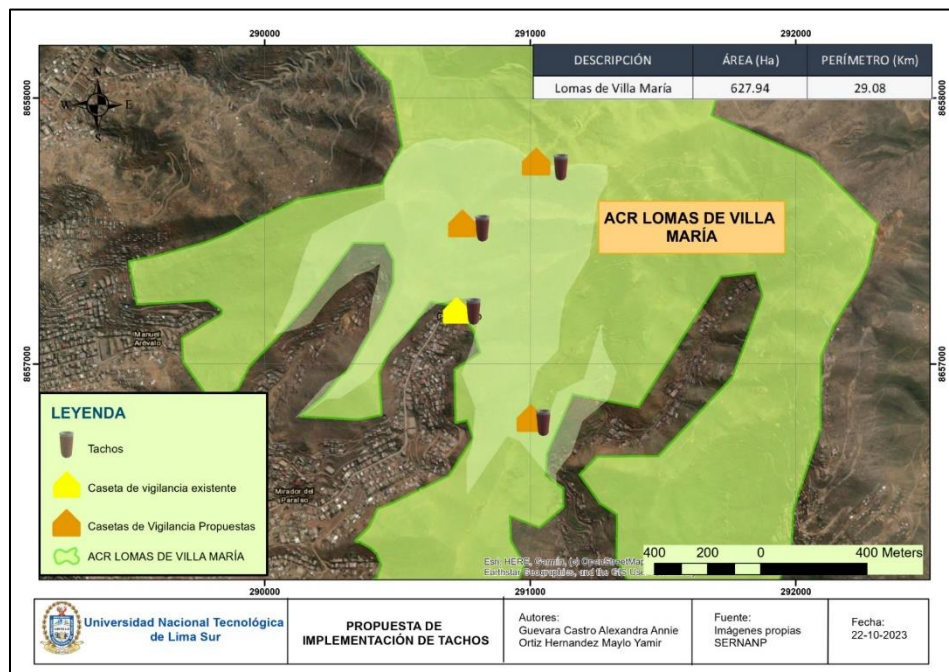
Figura 66:
Diseño Propuesto para los Módulos de Reciclaje



Fuente: Elaboración Propia (2023).

a) Propuesta de Ubicación

Figura 67
Propuesta de ubicación de los Módulos de Reciclaje



Fuente: Elaboración Propia (2023)

- **Realizar un estudio de caracterización y proyección de residuos generados en las Lomas para proceder con el plan de minimización y manejo de residuos sólidos.**

a) Sustento:

- Realizar un estudio de la proyección de la generación de residuos sólidos generados en las lomas de Villa María, para cada año por actividad y tipo.
- Brindar asistencia técnica para la definición del plan de minimización y manejo de residuos sólidos, identificando oportunidades para la separación, clasificación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de residuos, priorizando su valorización.

b) Requerimiento específico:

- Servicio de proyección de la generación de RRSS: Se realizará la recopilación y estudio de información sobre la generación de residuos en las Lomas de Villa María. Estos datos se disgregarán y relacionarán de manera coherente para proyectar anualmente desde el 2025 hasta el 2045, la generación tipificada de residuos según las variables definidas en la metodología para obtener proyecciones con el menor margen de error posible.
- Asistencia Técnica en gestión de residuos sólidos: La asistencia técnica, permitirá abordar los temas de:
 - Planes de manejo de residuos sólidos
 - Alternativas de valorización y reaprovechamiento de residuos sólidos,
 - Alternativas de tecnologías para manejo de residuos sólidos
 - Caracterización de residuos,
 - Costos y temas legales asociados al manejo de residuos sólidos
- Servicio de Caracterización de residuos sólidos: Se realizará un estudio de caracterización de residuos sólidos siguiendo la metodología detallada en la Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales – MINAM y a partir de este, se estimará el potencial de aprovechamiento de residuos sólidos de las Lomas de Villa María.

c) Entregables:

La siguiente table describe las etapas, entregables y el periodo (en días calendario) considerados para el servicio:

- **Plan de trabajo:** Informe en formato editable y PDF del desarrollo de actividades para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- **Proyección de datos:** Matriz Excel con los cálculos realizados para la proyección
- Informe en formato editable y PDF de la proyección de datos.
- **Asistencia técnica:** Informe en formato editable y PDF del estudio de caracterización de residuos sólidos y un informe en formato editable y PDF de la identificación de oportunidades para el plan de residuos del nuevo terminal.
- **Informe final:** Informe en formato editable y PDF y presentación final en Power Point que recapitule lo ejecutado.

Específicamente, el servicio contempla:

d) Recursos:

Jefe de Proyecto:	Profesional a disposición, quien coordinará la recopilación de la información, planes y metodologías de trabajo, entre otras actividades necesarias del servicio.
Especialista de Residuos:	1 profesional a disposición, con especialidad en caracterización y proyección de residuos.
Personal de Control de Calidad/ Seguridad	1 profesional a disposición, para el control de calidad y seguridad durante la ejecución del estudio de caracterización de residuos sólidos.
Operario:	6 operarios para la caracterización de los residuos.
Herramientas	Se dispondrán las que se requieran para el servicio.
Uniformes y EPPs	Zapato, pantalón, polo, camisa, gorro/casco, guantes, tapaboca, lentes, orejeras, bloqueador solar y otros necesarios de acuerdo con la estación del año, cumpliendo con las normas de seguridad dispuestas por ley.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La conservación de las Lomas de Villa María representa un desafío multidimensional que requiere medidas urgentes y coordinadas para frenar la degradación ambiental y preservar este valioso ecosistema. La concientización, la acción regulatoria y el compromiso colectivo son claves para garantizar la sostenibilidad y la protección a largo plazo de este importante recurso natural. La presión de diferentes factores socioambientales, como las invasiones de terrenos, la falta de regulación, la urbanización descontrolada, el tráfico de tierras y la falta de aplicación efectiva de leyes de conservación, ha llevado a la degradación significativa de este valioso ecosistema, la interacción entre la expansión urbana y la pérdida de cobertura vegetal en las lomas es un tema crítico que ha sido destacado por varios informes y estudios. La ocupación humana en zonas cada vez más inclinadas y sensibles ha resultado en la destrucción del hábitat natural, la disminución de la biodiversidad y la reducción de la cobertura vegetal. Es crucial un enfoque integral que combine la aplicación efectiva de políticas regulatorias con la educación ambiental y la participación comunitaria. Además, la colaboración entre instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y la población es esencial para proteger y restaurar las Lomas de Villa María del Triunfo.

ETAPA I: Estimación de la variación multitemporal a causa de la expansión urbana.

El análisis de imágenes satelitales empleando el Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI) fue fundamental para evaluar la cobertura vegetal en las Lomas de Villa María durante el periodo de 2003 hasta 2023. La aplicación del NDVI, calculada a partir de bandas específicas del espectro visible e infrarrojo más cercano, ha resultado efectiva para la discriminación de la cobertura vegetal en las imágenes seleccionadas. La preferencia por este índice, sustentada por investigaciones previas, ha demostrado ser una elección acertada para minimizar los efectos atmosféricos y brindar una evaluación más precisa de la vegetación.

Los mapas de NDVI generados para cada año de estudio proporcionan una representación visual clara de la variación en la cobertura vegetal en el transcurso de las dos décadas analizadas. Así, también se empleó el parámetro ambiental de la superficie terrestre para hacer la clasificación de las zonas urbanas y la superficie con cobertura

vegetal de las lomas. Asimismo, esta metodología fue empleada por Oltran et Al (2010) para evaluar el crecimiento urbano de un área en Argentina a través de imágenes satelitales. En este sentido, este estudio ofrece una base sólida para comprender la dinámica de la cobertura vegetal en las Lomas de Villa María, lo que podría ser crucial para tomar decisiones en materia de gestión ambiental y planificar medidas de conservación. La integración de tecnologías de teledetección como el NDVI y el cálculo de la superficie terrestre permite una evaluación objetiva y detallada de los cambios en el entorno natural, brindando información valiosa para la preservación y restauración de ecosistemas vulnerables.

El estudio de la variación multitemporal a través de los años de la superficie de las Lomas de Villa evidencia el crecimiento de la expansión urbana dentro de esta superficie por la zona de Virgen de la Candelaria, Señor de Lampa y en el caso del Sector del Paraíso tenemos a las zonas llamadas Quebradas del Paraíso y el Manantial que son las que van a agrupar los últimos asentamientos en la zona, y es donde se puede contemplar la expansión urbana, igualmente en la entrada de virgen de Chapi por el área conocida como la “Chancharía”.

De acuerdo con la información bibliográfica en los años 1980 y en la vista de las imágenes a través del Google Earth, en 1980 no se apreciaba ninguna vivienda dentro de las Lomas, pero es en el año entre 1980 a 1999 es que comienzan a llegar las primeras viviendas en la periferia de las Lomas. Así también de Apedjinou (2019) en su tesis nos indica que las viviendas empezaron construyéndose por altitudes desde abajo, extendiéndose año tras año hacia las partes más altas de las Lomas corroborándose con la tesis de Miyasiro & Ortiz (2016).

La expansión urbana por el crecimiento poblacional es claramente reflejada en las imágenes satelitales como lo confirma la investigación Miyashiro y Ortiz (2016) reafirmando este resultado, que la expansión ha consumido hectáreas de las Lomas de la superficie y todo eso se resume en un crecimiento de la población de forma desordenada.

Asimismo, dado que las Lomas de Villa María forman parte del Área de Conservación Regional (ACR) del Sistema de Lomas de Lima, la responsabilidad de su gestión recae en la Municipalidad Metropolitana de Lima. Según esta entidad, esta área está designada para usos directos, lo que incluye la explotación de recursos, la realización de

investigaciones, el turismo y la educación ambiental. Además, la creación del ACR implica protección legal, la elaboración de un plan de manejo y la asignación de guardaparques para su gestión, lo cual es defectuoso en la zona dado que solamente hay dos guardaparques para cuidar toda la superficie de las Lomas de Villa María.

Si analizamos, cual es una de las causas de este problema de la expansión urbana en las lomas, es la falta de acción del gobierno. Por ejemplo, en los planes de gobiernos presentados por los candidatos a la municipalidad metropolitana, la gran mayoría no contemplan una solución a la problemática de las Lomas de Lima e incluso mucho de ellas ni lo mencionan, las autoridades no están haciendo nada para conservar o planear el modo de organización en las o que se dé un ordenamiento territorial y si han salido proyectos, pero muchos de ellos se han estancado al término del periodo de contratación de estos de estos alcaldes.

Así también, muchos de los que se apropian de terrenos en las Lomas son habitantes que ya tienen terrenos en el distrito, simplemente lo hacen con la ambición de tener más terrenos o de venderlos posteriormente. En concordancia, con la tesis de Apedjinou (2019) quién realizó una encuesta a más de 200 pobladores de la periferia de las Lomas del paraíso, dio como resultado que la gran mayoría de las viviendas se encuentran sin sus propietarios y que muchas están vacías. Es así como se concluye, que suelen invadir no en su totalidad por necesidad sino para luego venderlos y obtener ganancias de forma ilícita.

Adicionalmente, es muy importante analizar la visión de la población respecto a las Lomas del Paraíso, este vínculo con las lomas se ha perdido porque anteriormente se solía incluso festejar a la flor del Amancaes. Sin embargo, desde que comenzó la influencia del Apu Siqay la población ven ahora a las lomas con una mirada en lo económico, buscan sacarle provecho de alguna forma, aunque siempre hay pobladores con interés en el cuidado de las lomas y no con un mida netamente lucrativo. Nieuwland & Mamani nos confirman que las relaciones entre las Lomas y la sociedad se vio afectada drásticamente a causa de la expansión urbana, y es que desde el inicio las Lomas no fueron consideradas en los mapas, ni en las planificaciones urbanas realizadas por las autoridades, lo cual implica en una pérdida sustancial del valor y la importancia de estos ecosistemas.

En este sentido, se requiere la actuación de todos los actores, pero no solamente se requiere la presencia de la población, de la municipalidad metropolitana de Lima sino también de los diversos ministerios como el ministerio del ambiente y el ministerio de la cultura, dado que en el recorrido se aprecian pinturas rupestres en algunas rocas y construcciones antiguas que reflejan el paso de nuestros ancestros por las lomas.

Otro punto importante para descifrar el porqué del crecimiento urbano en las lomas es por las facilidades que las propias autoridades les brindan a estas personas que invaden, como en el 2010 cuando se comenzó a brindar servicios básicos a las viviendas aledañas a las lomas. Las autoridades por tener la aprobación de la población muchas veces toman en cuenta solamente las necesidades de la población, pero no la conservación de las Lomas. Otro ejemplo, que se puede mencionar es lo del alcalde Castañeda, quien construyó las conocidas “escaleras amarillas” las cuales se suelen poner en las partes más altas tanto de cerros y Lomas, donde hay viviendas. Es decir, tuvo un aspecto beneficioso para la población, pero no se tuvo en cuenta o no se realizó pensando en los ecosistemas de las Lomas. En adición, todas las viviendas cuentan con luz, agua y desagüe revelando la irresponsabilidad tanto de las autoridades por brindarlas y de las empresas que brindan esto como Luz de Sur y Sedapal.

Asimismo, muchos traficantes se siguen apoderando de las Lomas porque no hay presencia de las autoridades, esta es una de las razones porque las lomas son invadidas año tras año, a pesar de que deberían estar protegidas jurídicamente porque es un Área de Conservación Regional ha sido declarado área de conservación regional. Es así como, las autoridades no contemplan en sus planes de gobierno la problemática socioambiental que sufren las lomas. A esto se le suma que no hay coordinación entre las autoridades actualmente, las políticas ambientales son contradictorias, hay viviendas y no cuentan con un plan socioecológico dentro de un área natural. Incluso muchas veces algunos dirigentes de la municipalidad distrital suelen apoyar a estos invasores, por lo que no hacen nada por ahuyentarlos y sancionarlos.

Es bien sabido, que todos los proyectos se rigen por un poder económico y por ende las autoridades ven la conservación de las Lomas como un gasto innecesario y no como un potencial tanto económico como ambiental, dado que en muchos de estos proyectos la ganancia económica suele darse a largo tiempo. Sin embargo, no solamente nos debemos regir por la ganancia económica sino también por la importancia de preservar

la historia, la flora, la fauna, la diversidad de especies, entre otras que nos ofrece las Lomas.

Adicionalmente, un punto a tomar en cuenta es que la mayoría de las invasiones se suelen dar en épocas de verano que es cuando las lomas se ven como un cerro sin cobertura vegetal y los traficantes o las personas comienzan a invadirlo pensando que no es un ecosistema de gran importancia y también por el fácil acceso dado que en invierno es un poco complicado llegar por la propia característica del suelo húmedo que es muy resbaloso.

A partir de los mapas elaborados podemos ver que este suelo donde se daba una cobertura vegetal se ha convertido en sus áreas urbanas, estos corroboran la alteración a través del tiempo por acciones de las propias personas que han visto un negocio económico ilegal en la venta de terrenos y en la expansión urbana justificando que es por necesidad.

Además, las autoridades no hacen lo suficiente para la conservación de este ecosistema, hay una fuerte corrupción que se puede reflejar en que ciertos alcaldes previos incluso son acusados de cobro de cupos a transportistas y a comerciantes. A eso también podemos indicar lo expuesto por un periodista llamado Augusto Rey en el diario Perú 21, que indica que la falta de acciones ante las invasiones ha hecho que surjan más mafias que año tras año buscan un enriquecimiento ilícito a través de la estafa y la extorsión. Siendo así una cadena en la que se lucra con la necesidad y la ilusión de diversas familias que quieren construir un hogar. A pesar de que identificarlos es fácil, las autoridades no hacen el ejercicio de la ley y estas organizaciones se aprovechan de esta inoperancia del estado y la corrupción de todos estos funcionarios y dirigentes.

Hay diversos tipos de actores que deben tomar acción contra las Lomas, pero debemos tener en cuenta que también cuando hay muchos actores se dificulta la facilidad de tomar acciones, de ponerse de acuerdo porque dentro de la asociación de Lomas del Paraíso actúan diversos actores, tales como los asentamientos humanos, juntas vecinales colectivas, la empresa UNACEM, la Municipalidad de Villa María del Triunfo la Municipalidad de Lima, la Red de Lomas del Perú, el Congreso, ONGs y MINCETUR.

ETAPA II: Estimación de la variación multitemporal a causa del manejo turístico

El incremento constante de turistas en el circuito ecoturístico de Lomas del Paraíso ha sido evidente en los últimos años, marcando un impacto significativo en este ecosistema, a pesar de los esfuerzos para regular las visitas y brindar orientación, han surgido diversas problemáticas, afectando la sostenibilidad ambiental de este lugar. La falta de conciencia sobre las restricciones y normativas ha llevado a una afluencia descontrolada, donde los turistas, influenciados por información incorrecta difundida en redes sociales, acceden sin reservas y, en muchos casos, llevan mascotas, afectando negativamente la biodiversidad local.

Los registros de visitantes no han sido exhaustivos, limitando la comprensión precisa de la cantidad exacta de personas que acceden al lugar y las prácticas que realizan. Sin embargo, mediante la data obtenido se observa un incremento notorio año tras año, siendo el 2018 el de mayor afluencia, seguido de una disminución en 2019 y una interrupción drástica en 2020 debido a la pandemia. El repunte en 2021 y 2022 sugiere una tendencia al aumento que podría continuar en el presente año con una proyección de más de 3000 visitantes.

El perfil de los visitantes revela una diversidad en términos generacionales, con una predominancia de los Millennials y recientemente la Generación Z que son los que suelen enterarse de las lomas a través de las redes. Asimismo, los datos demográficos son cruciales para comprender las preferencias y comportamientos de los turistas que podrían influir en la gestión adecuada de las visitas futuras. En este sentido, la educación y la concientización sobre la importancia de preservar estos ecosistemas es una pieza clave en la conservación, y resulta favorable que muchos de los visitantes son estudiantes que suelen visitar las lomas en compañía de sus profesores realizando recorridos exploratorios e investigaciones.

Aun así, la falta de información previa al año 2016 y la carencia de registro detallado limitan la capacidad de mitigar los impactos negativos de la afluencia masiva turística. En este sentido, es fundamental implementar estrategias educativas, campañas informativas y un registro total de los visitantes para gestionar de manera efectiva la afluencia turística, minimizando los impactos ambientales y garantizando la preservación de este valioso recurso natural para las generaciones futuras.

Agregando a lo anterior, la municipalidad no cobra entrada para tener una visita guiada por las Lomas del Paraíso por el temor al resentimiento que se pueda ocasionar en la población y también por este problema que sigue surgiendo llamado el “cobro de cupos”, es así como los visitantes suelen optar en su mayoría por ir sin un guía.

Según los gráficos realizados, la mayor afluencia de visitantes se da en los meses de julio, agosto y noviembre en concordancia con la tesis de Díaz y Flores (2020) que estipulan que, durante el año 2019, entre el mes de septiembre y diciembre se provocó un impacto negativo por el ingreso de una masiva cantidad de turistas, registrándose un aproximado de 3000 a 5000 habitantes en un solo fin de semana. Esto se dio debido a que un *influencer* publicó en sus redes sociales acerca del lugar conocido como el Apu Siqay e indicando que el acceso era por las Lomas del Paraíso. En concordancia con estos autores, en el levantamiento del diagnóstico a través del testimonio del encargado, se expresa que la principal problemática de las Lomas relacionada con la afluencia turística, es la difusión errónea de la información para la visita de las Lomas del Paraíso y de la visita al Apu Siqay. Los conocidos como *influencers* suelen animar a la población a visitar este colchón de nubes realizando videos que indican que el camino para llegar es por las Lomas del Paraíso, siendo una información equivocada que causa una sobrecarga de turistas en este ecosistema frágil.

Es así como esta sobrecarga de turistas provoca un daño irreparable en las lomas con la generación de basura, con los nuevos caminos, con la perturbación a las especies por el ruido, entre otros.

En este sentido, Noe Neira, el operador turístico formal de las Lomas, indica que este turismo desordenado depreda la flora y la fauna incluso dañan las piedras que tienen un gran valor importante. Siguiendo con lo que manifestaron en sus tesis Díaz y Flores (2020) indican que diversas especies de flora y fauna se ven drásticamente afectadas, dado a que muchas plantas fueron arrancadas por los turistas e incluso van con animales que matan la fauna de este ecosistema.

Asimismo, Infobae que es un diario de actualidad informó que el hábitat de diversas aves, mariposas y vizcachas se ve afectado por el turismo informal. Hay muchas de las empresas que cobran el ingreso sin autorización y muchos realizan viajes en automóvil. Por ende, estas entradas por automóviles para llegar a la Apu Siqay se dan por las carreteras, sin embargo, se evidencia por las marcas en los caminos, que no respetan

estas carreteras, causando un desgaste en el suelo que a la larga imposibilita que se vuelva a cubrir de cobertura vegetal.

En adición, a la problemática que conlleva la vistas al Apu Siqay, se realiza un cobro por el ingreso al lugar sin contar con permiso para hacerlo, dado que la Municipalidad de Lima no autoriza algún cobro por la entrada por el ingreso a las lomas sin embargo siguen apareciendo diversas personas que por el desconocimiento de los turistas cobran entrada.

Por consiguiente, se debe actuar para promover una adecuada protección y promoción del cuidado de las Lomas, mediante las diversas instituciones tomando en cuenta que está es parte del Área de Conservación Regional de las Lomas de Lima. Asimismo, diversas páginas web, como el Urbano estipula que, a pesar de todos aquellos esfuerzos dado por las organizaciones, hay mucho que se debe realizar para poner un alto a la publicidad irresponsable, especialmente páginas web y en las cuentas de Facebook. Debido a que este problema del turismo masivo se generó a raíz de la desinformación que se provoca a través de estas redes sociales para llegar al Apu Siqay indicando que la entrada es por las Lomas del Paraíso.

ETAPA III: Estimación de la variación multitemporal a causa de la contaminación ambiental por la generación residuos

La gestión de residuos sólidos en Lima y específicamente en Villa María del Triunfo es un desafío creciente que demanda soluciones urgentes, es así como los datos revelan un aumento constante en la generación de residuos. Este incremento tiene un impacto ambiental observable, con un aumento de residuos dentro y en los alrededores de las áreas protegidas como las Lomas de Villa María-Sector Paraíso. Así también Rodríguez (2015) indica que el impacto negativo provocado por el turismo es fácil de evidenciar dado que es una actividad que poco a poco fomenta el deterioro de las áreas naturales.

En este sentido, si se trata de generación de residuos sólidos se debe tener en cuenta que esta tiene una relación directamente proporcional con la cantidad de habitantes, visitantes y viviendas en el distrito de Villa María del Triunfo precisamente en la zona 1 llamada José Carlos Mariátegui dado a su proximidad a las Lomas del Paraíso. Es así como en el distrito de Villa María se produce 380 toneladas diarias de basura y en la zona de José Carlos Mariátegui se recoge 150 toneladas de residuos al día y por ende es considerado la zona que genera más residuos sólidos en el distrito. Esto coincide con el

estudio de Matos (2019) donde concluye que cuanto mayor es la cantidad de habitantes y visitantes habrá un mayor impacto en las Lomas y no solamente en la parte del ambiente físico sino también provoca algunos cambios en la sociedad, eso también se corrobora dialogando con parte de la población que expresó su desconocimiento de que las Lomas del Paraíso es una Área de Conservación Regional del Sistema de Lomas. Asimismo, en la investigación de González (2017) concluyó que la masiva cantidad de visitantes generaron alrededor de 97,928.53 kg de residuos sólidos.

Consecuentemente, se debe realizar acciones para frenar esta problemática más aun siendo las lomas un ecosistema frágil en el cual no está permitido desechar residuos o poner cualquier otro material dentro de este espacio. Sin embargo, este problema continúa y crece en una relación directamente proporcional a la demanda o llegada de los visitantes. Por ende, la problemática derivada por la visita del colchón de nubes Apu Siqay, trae consigo impactos de generación de residuos. Es así como Díaz y Flores (2020) en su investigación afirman que rápidamente se va incrementando la afluencia turística y ello se expresa también con una fuerte contaminación ambiental por diversos desperdicios que los visitantes tiran sin alguna preocupación ni respeto a este ecosistema.

Uno de los principales problemas es que no se tiene un plan de gestión de residuos sólidos específico aplicable a esta zona y no se cuentan con estudios completos de la capacidad de carga de las Lomas del Paraíso. Asimismo, en la generación de residuos obtuvimos como resultado que el mayor tipo de residuos desechados en las lomas son las botellas de plástico, lo cual coincide con el trabajo de investigación presentado por Chamba (2020). Así también, se obtuvo como resultado que el 41% de los residuos pueden ser aprovechados si se disponen correctamente según la NTP 900.058.2019, es decir hay un gran potencial de aprovechamiento. Cabe recalcar, que en el camino para el Apu Siqay se encontraron tachos, pero estos no están correctamente señalizando ni siguen el código de colores para que se pueda dar una correcta segregación.

Por consiguiente, se evidencia que la propia población se ve obligada a actuar para mitigar la contaminación y las asociaciones de voluntarios realizan diversas jornadas de limpieza, para darle una solución inmediata a este a este problema de contaminación. Es así como buscan convertir este aspecto negativo en algo positivo, dado que el resultado de la mayor cantidad de residuos que desechan los visitantes son las botellas

de plástico y los pobladores aprovechan esta oportunidad económica para reciclarlos o reutilizarlos para elaboran manualidades alusivas a las lomas.

En base a lo anterior, podemos mencionar que el desafío para la ingeniería ambiental y las autoridades correspondientes radica en implementar estrategias integrales de gestión de residuos que prioricen la segregación en la fuente, la promoción del reciclaje y la adopción de prácticas sostenibles. La creación de infraestructuras adecuadas para la gestión de residuos, así como campañas educativas para fomentar la separación en fuente y el consumo responsable, son acciones cruciales para mitigar esta problemática creciente y proteger el medio ambiente en la región y en todo el país.

VI. CONCLUSIONES

- El estudio presenta un análisis detallado de las Lomas de Villa María, describiendo su extensión, cambios normativos, problemáticas socioambientales y acciones observadas durante las visitas de campo. Se destaca la transformación de estas áreas, desde ser consideradas zonas de protección paisajística hasta convertirse en ecosistemas frágiles, enfrentando invasiones urbanas, presencia de especies no nativas, turismo irresponsable y acumulación de residuos. La evolución multitemporal muestra cómo la problemática se intensifica a lo largo de los años con la concesión de constancias de posesión y servicios básicos, lo que marcó un punto de inflexión en la expansión urbana en estas zonas. Además, se evidencia la falta de control en la afluencia de visitantes, la presencia de especies invasoras y la inadecuada gestión de residuos, evidenciándose la urgencia de una gestión integral y sostenible para proteger las Lomas de Villa María, requiriéndose una acción coordinada entre entidades gubernamentales, comunidades locales y visitantes para mitigar las invasiones, promover la educación ambiental y establecer estrategias efectivas de conservación.
- En base a los resultados obtenidos mediante el uso de herramientas de sistema de información geográfica, se confirma que sí hubo una variación multitemporal en las Lomas de Villa María, con una pérdida de 24.5% de la superficie de las Lomas en los últimos 20 años. Esto se debe al crecimiento poblacional que se ve reflejada en la expansión urbana, la falta de actuación de las autoridades para hacer respetar esta Área de Conservación Regional, organizaciones que se dedican a la venta ilícita de terrenos, la pérdida del vínculo de la sociedad con las Lomas y las facilidades que las propias autoridades han brindado a las personas que se han asentado en las laderas de las Lomas, son algunas de las causas de este resultado.
- La afluencia turística en las Lomas del Paraíso revela aspectos significativos que impactan en la conservación y el equilibrio de este ecosistema frágil, se identifican múltiples desafíos asociados con la visita de turistas a esta Área de Conservación Regional. Es así como los resultados demuestran que sí hubo una variación a través de los años dado que estas cifras han ido en aumento hasta llegar al 2020 que hubo una recaída total por el caso de la pandemia. Sin embargo, a partir del 2022 se ha dado un crecimiento drástico por la influencia de las redes

sociales que a largo plazo tendría un impacto irremediable en las Lomas del Paraíso. Esta actividad trae consigo diversos otros problemas tales como, la creación de nuevos caminos, la perturbación de las especies, dado que los visitantes suelen acudir a las Lomas con sus mascotas, pisan la flora, arrancan flores, generan ruido perturbando a las especies y generan residuos sólidos en mayor cantidad. Asimismo, miles de visitantes que visitan el Apu Siqay acortan camino o por el propio desconocimiento ingresan por las Lomas del Paraíso causando una sobrecarga en este ecosistema. Sin embargo, debemos recalcar el interés por los universitarios y estudiantes que son los que más visitan las lomas del Paraíso, entendiéndose este factor como un potencial en investigaciones futuras.

- Respecto a los resultados de los residuos se concluye que a medida que va pasando los años hay un incremento de la población y la cantidad de visitantes a las Lomas del paraíso lo cual conlleva a una mayor generación de residuos dentro de las Lomas. En este sentido, la constante presencia de basura y la cantidad en aumento de estos residuos generan que se pierda también la cobertura vegetal y se evite la recuperación de la flora de la zona. Así también, afecta a la fauna y genera presencia de plagas en el ecosistema. Sin embargo, por la caracterización de los residuos encontrados en los recorridos exploratorios obtenemos que en su mayoría son botellas plásticas y del total de residuos el 41% son residuos aprovechables lo cual brinda un potencial de valorización de estos residuos.

VII. RECOMENDACIONES

- Integración de Datos Multitemporales: Ampliar el análisis hacia una perspectiva a largo plazo mediante la inclusión de datos históricos adicionales de imágenes satelitales. Esto permitiría comprender mejor las tendencias de cambio a lo largo de décadas, identificar patrones estacionales y evaluar la efectividad de las medidas de conservación a lo largo del tiempo, adoptando tecnologías más avanzadas de teledetección, como el uso de imágenes satelitales de alta resolución y sistemas de información geográfica (SIG/GIS). Estos métodos permiten un monitoreo más detallado y preciso de los cambios en la cobertura vegetal, identificando áreas específicas con mayor degradación y facilitando la toma de decisiones informadas para la conservación.

- Medidas para detener la **expansión urbana** en las Lomas del Paraíso

Asimismo, habiendo estudiado los diversos problemas que afectan la superficie de las Lomas se debe brindar una solución a través de mesas de trabajo multisectoriales y con la creación de convenios para unir esfuerzos en la búsqueda de un solo objetivo. Para esta propuesta se deberían incluir tanto a las entidades estatales, a las municipalidades, a las empresas privadas que tienen una influencia en las lomas, a los pobladores que residen en las Lomas y especialistas tanto en el área de geología, ambiental, urbanización, sociología y claramente un especialista en ordenamiento territorial.

Así también, se debe tener en cuenta que uno de los puntos importantes para enfrentar esta problemática de la expansión urbana y de las invasiones, es que se debe dar una ejecución de las normas legales o resoluciones que se han promulgado. A pesar de que puede sonar evidente, el primer paso es que las autoridades respeten las resoluciones y los decretos supremos principalmente del Área de Conservación Regional respetando el perímetro de estas áreas. Por lo que se puede proponer realizar un cerco perimétrico para alertar a la población de los límites de las Lomas.

También tenemos que anteriormente MIDAGRI lo había declarado un ecosistema frágil y la Municipalidad de Lima lo propuso como un ACR siendo áreas diferentes teniendo solo una parte en común, aquí se justifica la dificultad en la coordinación. En este sentido, para obtener un objetivo en común se necesita una resolución aprobada por ello que se recomienda tanto que MIDAGRI, la Municipalidad De Lima

y SERNANP, para definir una zona que sea legalmente reconocida por estas tres autoridades y lograr una efectiva protección.

En este sentido, se debe hacer uso de las leyes tanto de las cláusulas para tomar acciones como la cláusula 310 del Código Penal que se puede usar directamente contra las invasiones y sobre los grupos organizados que realizan este tráfico de terrenos dado que estipula que, si se realizan esas actividades tanto de tala, quema destrucción, sin la autorización de la unidad conveniente.

También, se propone crear un comité de gestión cuya función sea proponer y practicar la elaboración de instrumentos de gestión de planificación e implementación en donde participen los representantes de municipalidades, empresas, universitarios y vecinos.

Finalmente, se puede emplear el protocolo de actuación de las instituciones para lograr una gestión eficiente y la protección de los ecosistemas de las Lomas dado que este protocolo tiene como finalidad una articulación de las competencias institucionales públicas para hacer frente a esta problemática de las invasiones.

- Desarrollo de Estrategias de **Turismo Sostenible**: Junto con el fomento del turismo responsable, se puede explorar el diseño de rutas turísticas educativas que resalten la biodiversidad y los valores naturales de las lomas, esto no solo puede generar ingresos para la comunidad local, sino también promover la sensibilización ambiental entre los visitantes y fomentar un mayor apoyo a la conservación, además, desarrollar un sistema de registro más exhaustivo para cuantificar con precisión la cantidad de visitantes, la implementación de tecnologías de control de acceso, como pases electrónicos o aplicaciones móviles, podría ayudar a recopilar datos más precisos sobre la afluencia y las prácticas de los turistas.
- Implementación de **Programas de Gestión de Residuos**: Colaborar con las autoridades locales y la comunidad para establecer programas de gestión de residuos sólidos en la zona, estos programas deben enfocarse en la educación sobre la segregación de residuos en la fuente, el fomento del reciclaje y la implementación de sistemas de recolección y disposición adecuados, innovación en la Gestión de Residuos, explorando tecnologías innovadoras como la implementación de sistemas de recolección inteligente, utilizando sensores para optimizar rutas y reducir la acumulación de desechos en las áreas protegidas, además de un monitoreo continuo de la gestión sostenible del turismo y la implementación de estrategias efectivas de

gestión de residuos sólidos, todos fundamentales para la conservación a largo plazo de las Lomas de Villa María del Triunfo.

En este sentido, la implementación de casetas de control, con la contratación de al menos 3 guardaparques ayudarían en el control no solo del turismo sino también de todos los problemas que desencadenan como la generación de residuos. Asimismo, se pueden colocar tachos al costado de las casetas para inculcar la segregación y los propios vigilantes podrían llevarlo hasta el punto de acopio más cercano que se encuentra en la entrada de las Lomas del Paraíso.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Quispe, C. A., & Jesús Solorzano, R. (2021). Problemática socioambiental de las lomas costeras de Lima: una revisión. *REVISTA DE CIENCIAS SOCIALES*.
<http://eprints.rclis.org/43146/1/3.%20Problem%C3%A1tica.pdf>
- Apedjinou, K. (2019). Impacto del crecimiento urbano en la alteración y degradación del ecosistema de las lomas de Villa María del Triunfo. Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2863/ECOL_T030_000605975_M%20%20%20APEDJINO%20KOMLAVI.pdf?sequence=1&isAllowed
- Aranda Javes, A. N., & Vilca Chipana, R. E. (2022). Evaluación de la Alteración del Ecosistema en las Lomas de Amancaes mediante la teledetección desde 2016 hasta el 2021. Lima.
- Arellano Ramos, B., & Roca Cladera, J. (2015). Planificación Urbana y Cambio Climático.
- Avendaño Cotrina, A. (2020). *Valoración de los servicios ecosistémicos de lomas costeras en los criterios de diseño del espacio público en zonas de amortiguamiento*. PUCP. Valoración de los servicios ecosistémicos de lomas costeras en los criterios de diseño del espacio público en zonas de amortiguamiento. Lomas El Paraíso, Villa María del Triunfo
- BBC News Mundo. (2021, September 22). *Qué son los "oasis de niebla" de los desiertos de Chile y Perú y cómo es su riqueza de plantas únicas en el mundo*. BBC. Retrieved July 13, 2023, from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-58448704>.
- Carvajal, A. F., & Pabón, J. D. (2014). Temperatura de la Superficie Terrestre en Diferentes Tipos de Cobertura De La Región Andina Colombiana. Sociedad y Naturaleza. Obtenido de
- Chamba Armijos, G. (2020). IDENTIFICAR EL IMPACTO AMBIENTAL TURÍSTICO EN LOMAS DE PARAÍSO-VILLA MARÍA DEL TRIUNFO. Obtenido de <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1327/TB-Chamba%20G.pdf?sequence=4&isAllowed>

- Correa Valencia, J. A. (2018). *Análisis Multitemporal de Coberturas y Usos del Suelo: Transformaciones Ambientales A Través Del Tiempo En Armenia*, UTP. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/9e1f6bb5-9e1a-469a-b21a-48f410f45fd9/content>
- DESCO. (2020). Turismo Depredador: El Caso de las Lomas De Villa María del Triunfo. Obtenido de <https://urbano.org.pe/turismo-depredador-el-caso-de-las-lomas-de-villa-maria-del-triunfo/>
- Di Bitonto, M. G. (2019). *OASIS PRODUCTIVO Infraestructura de acceso al parque Pan de Azúcar para la preservación del sector a través de agua de niebla*. <https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/26488/OASIS%20PRODUCTIVO-DI%20BITONTO%20MARIA%20GIOVANNA-compresso.pdf>
- Díaz Delgado, D. K., & Flores Robles, D. M. (2020). Desarrollo del turismo en las Lomas de Paraíso, distrito de Villa María del Triunfo, Lima, 2020. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/109425/D%c3%a1az_DDK-Flores_RDM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed
- Espinoza, A., & Fort, R. (2020). MAPEO Y TIPOLOGÍA DE LA EXPANSION URBANA EN EL PERÚ. LIMA.
- Farnum, F., & Murillo G, V. (2019). *Análisis Multitemporal (1970-2017) del uso del suelo en cinco comunidades ubicadas a lo largo de la carretera Boyd Roosevelt*. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/224/224979010/224979010.pdf>
- Fronta Logroño-Naranjol, S. I., López-Paredes, C. R., Moyano-Jácome, M. G., & Oyague-Bajaña, E. S. S. (2020). *El alcance de la teledetección satelital utilizando modelos estadísticos y físicos y sus beneficios en áreas contables*. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1142/1761>
- Gallardo Arévalo, D., & Montes Corrales, R. (2021). *Estimación de la variabilidad espacio temporal de la cobertura vegetal por la expansión urbana en la Loma de Carabayllo*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17721/Gallardo_ar.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Galvez Paredes, D. M. (2019). “Impacto de la Expansión Urbana sobre las Lomas Costeras Del Perú”. Obtenido de

<https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1198/TB-G%C3%A1lvez%20D.pdf?sequence=1&isAllowed>

- Garcia, R., Miyashiro, J., Orejón, C., & Pizarro, F. (2014). *Crecimiento urbano, cambio climático y ecosistemas frágiles: el caso de las lomas de Villa María del Triunfo en Lima Sur*.
- Gonzaga Aguilar, C. (2014). *Aplicación de Índices de Vegetación Derivados de Imágenes Satelitales Landsat 7 ETM+ y ASTER para la Caracterización de la Cobertura Vegetal en la Zona Centro de la Provincia De Loja*. UNLP. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34487/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GRADE. (2020). Mapeo y tipología de la expansión urbana en el Perú.
- Hindawi, P. C. (2016). Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data. Obtenido de <https://downloads.hindawi.com/journals/js/2016/1480307.pdf>
- INFOABE. (2022). Villa María del Triunfo: Turismo informal pone en peligro área protegida “Las Lomas del Paraíso”. Obtenido de <https://www.infobae.com/america/peru/2022/02/12/villa-maria-del-triunfo-turismo-informal-pone-en-peligro-area-protegida-las-lomas-del-paraíso/>
- León Rojas, T. N. (2022). *La climatología de las Lomas de la Costa Central del Perú usando datos imágenes de satélite*.
- MDVMT. (2022). VILLA MARÍA DEL TRIUNFO recoge 150 toneladas de residuos sólidos en la zona de JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/munivillamariadeltriunfo/noticias/663990-villa-maria-del-triunfo-recoge-150-toneladas-de-residuos-solidos-en-la-zona-de-jose-carlos-mariategui>
- Miyasiro López, M. G., & UNMSM. (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)*.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2014). LOMAS DE LIMA, FUTUROS PARQUES DE LA CIUDAD. LIMA.
- Murrugarra Paucarpura, S. (2019). *Influencia de la expansión urbana por etapas en la calidad del espacio público de las Lomas del Paraíso en Villa María del Triunfo*. PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/24478>

- Oiedra Jauregui, J. D. (2020). ACCIÓN COMUNITARIA Y POLÍTICA PARA LA DEFENSA Y GESTIÓN DE UN ECOSISTEMA FRÁGIL EN SITUACIÓN DE RIESGO EL CASO DE LAS LOMAS DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO EN LIMA -PERÚ. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/3045517/1/PiedraJaureguiJD.pdf>
- PNUD. (2018). PROYECTO EBA LOMAS. *Eba LOMAS, 1*. <https://www.undp.org/es/latin-america/publications/proyecto-eba-lomas>
- Quintanilla Ninapayta, W. A. (2019). “*Impacto demográfico sobre la comunidad vegetativa de las lomas paraíso de Villa María del Triunfo y su propuesta para la conservación del ecosistema*”. UNTELS. https://repositorio.untels.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/790/T088A_73985475_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quirós Hernández, M. (2011). *TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIG). CARTOGRAFÍA, FOTOINTERPRETACIÓN, TELEDETECCIÓN Y SIG*. <https://www.eusal.es/978-84-7800-148-4>
- Ramírez Valverde, I. (2023). *Establecimiento del área de conservación regional - ACR sistema de lomas de Lima (Ancón, Carabayllo, Amancaes y Villa María)*. UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5773>
- Rivas, H. (1998). Los Impactos Ambientales en áreas Turísticas Rurales y propuestas para la Sustentabilidad. gestión turística. Obtenido de <http://revistas.uach.cl/pdf/gestur/n3/art04.pdf>
- Servicio de Parques de Lima-SERPAR. (2014). *LOMAS DE LIMA FUTUROS PARQUES DE LA CIUDAD*.
- SMIA. (2019). Expediente Técnico Propuesta de Área de Conservación Regional "Sistema de Lomas de Lima". LIMA.
- SPDA. (2020). Aprueban protocolo para proteger ecosistemas frágiles como las lomas costeras. Obtenido de <https://www.actualidadambiental.pe/aprueban-protocolo-para-protoger-ecosistemas-fragiles-como-las-lomas-costeras/>
- Tocto Chávez, Y., & Rodríguez Criollo, M. (2022). Corredor verde para la interpretación, agricultura urbana e investigación en las lomas de paraíso. servicios ecosistémicos afectados por el fenómeno de dispersión urbana en las lomas de paraíso. lima: universidad científica del sur.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General:	Variable 1:			
¿Cómo varía multitemporalmente a causa de factores socio ambientales las Lomas del Paraíso de Villa María del Triunfo en el periodo del 2003 al 2023?	Determinar la variación multitemporal a causa de factores socioambientales dentro de las Lomas de Paraíso de Villa María del Triunfo entre el 2003 al 2023.	Variación multitemporal	Expansión urbana	Extensión de la superficie de las lomas ocupada por asentamientos urbanos	Tipo investigación: Descriptiva Nivel de investigación: Explicativo Diseño de investigación: No experimental Enfoque de investigación: Cuantitativo Técnica: -Teledetección de imágenes satelitales -Análisis multitemporal Instrumentos: Imágenes satelitales -Software de sistema de Información Geográfica: ArcGIS Población: La población de estudio comprende la superficie de las Loma del Paraíso de Villa María del Triunfo Muestra La muestra es no probabilística, 627.94 hectáreas correspondiente a la superficie en teoría de las Lomas del Paraíso (MINAM, 2019)
Problema Específico 1	Objetivo Específico 1	Variable 2:			
¿Cómo varía multitemporalmente a causa de la expansión urbana las Lomas del Paraíso de Villa María del Triunfo entre 2003 y 2023?	Determinar la variación multitemporal a causa de la expansión urbana dentro de las Lomas de Paraíso de Villa María del Triunfo entre el 2003 al 2023.	Factores socioambientales	Manejo turístico	Capacidad de carga expresada en la cantidad de turistas	
Problema Específico 2	Objetivo Específico 2				
¿Cómo varía multitemporalmente a causa del manejo turístico las Lomas del Paraíso de Villa María del Triunfo entre 2003 al 2023?	Determinar la variación multitemporal a causa del manejo turístico dentro de las Lomas de Paraíso de Villa María del Triunfo entre el 2003 al 2023.				
Problema Específico 3	Objetivo Específico 3				
¿Cómo varía multitemporalmente a causa de la contaminación por generación de residuos las Lomas del Paraíso de Villa María del Triunfo entre 2003 y 2023?	Determinar la variación multitemporal a causa de la contaminación por residuos sólidos dentro de las Lomas de Paraíso de Villa María del Triunfo entre el 2003 y el 2023.		Contaminación por residuos sólidos	Tipos de residuos encontrados en las Lomas (aprovechables y no aprovechables)	

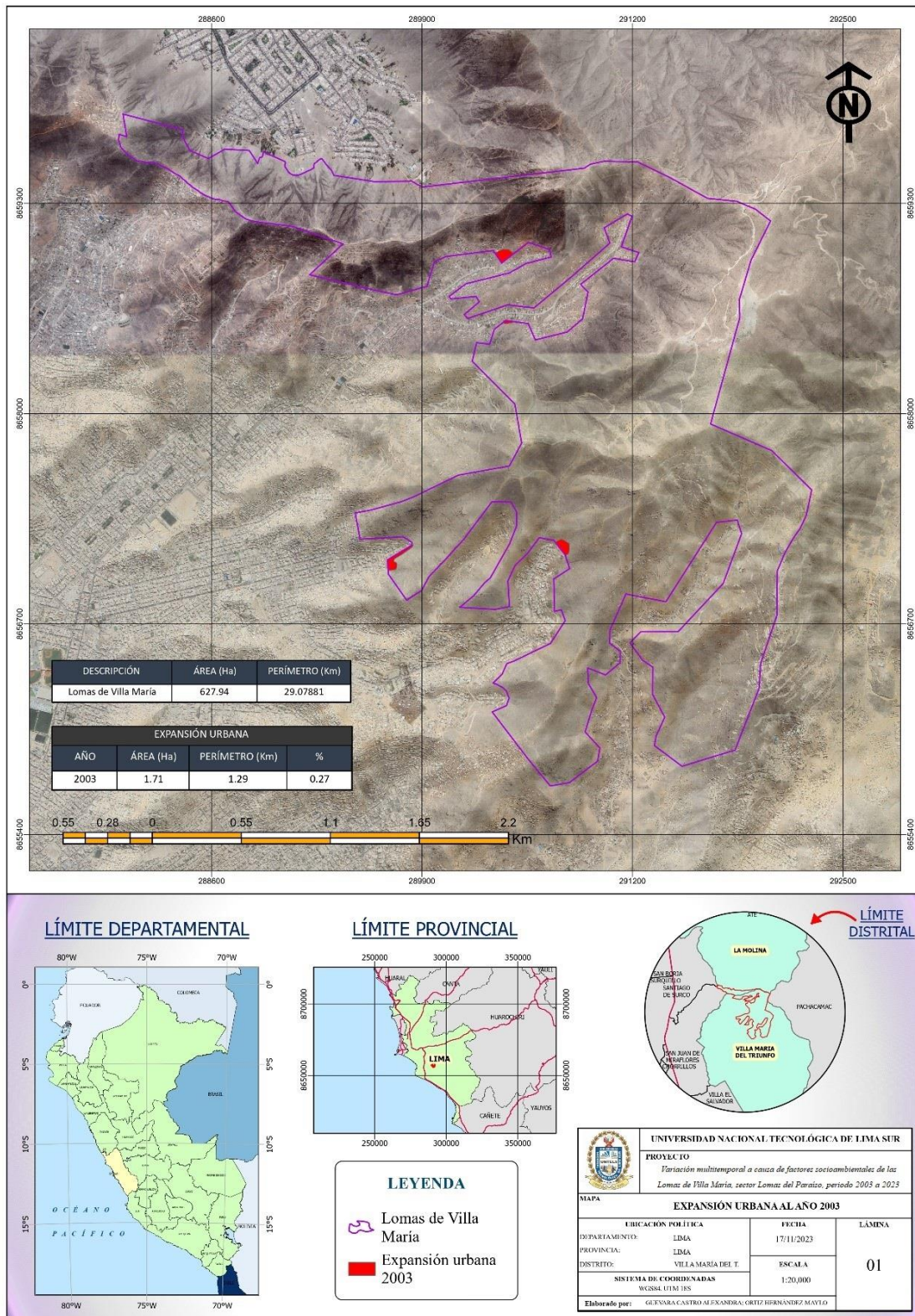
Anexo 2. Glosario de Términos

- Teledetección: Conjunto de técnicas y tecnologías utilizadas para obtener información de la superficie terrestre sin necesidad de contacto físico. La teledetección se utiliza en diversas aplicaciones, desde la agricultura, ingeniería forestal, gestión del agua hasta exploración petrolera y militar
- Lomas costeras: Son elevaciones de tierra o colinas que se extienden paralelas a la línea de costa y están conectadas directamente con ella, se forman debido a procesos geológicos y geomorfológicos, como la erosión costera y la acumulación de sedimentos.
- Índice de vegetación: Son cálculos matemáticos que se utilizan para cuantificar la cantidad y la calidad de la vegetación en un área determinada de imágenes utilizando satélites o aéreas.
- Análisis multitemporal: Es un enfoque utilizado en el campo de la teledetección y la cartografía para comparar y analizar datos espaciales obtenidos en diferentes momentos en el tiempo.
- Expansión urbana: Se refiere al proceso de expansión urbana y está asociada con el crecimiento de la población, la urbanización, y la concentración de empleo y actividades comerciales en las ciudades.
- Cambio climático: Se refiere a los cambios significativos y de larga duración que se están produciendo en el clima de la Tierra, y que se atribuyen, en gran medida, a actividades humanas que emiten gases contaminantes y gases de efecto invernadero a la atmósfera, como la quema de combustibles fósiles, la deforestación, y la actividad industrial.
- Matriz de transición: Es una herramienta matemática importante para representar las probabilidades de transición entre estados de un sistema o las transformaciones de coordenadas entre bases en un espacio vectorial.

- Manejo turístico: Se refiere a todas las actividades y estrategias aplicadas en la gestión de destinos turísticos con el objetivo de garantizar un desarrollo sostenible y responsable del turismo.

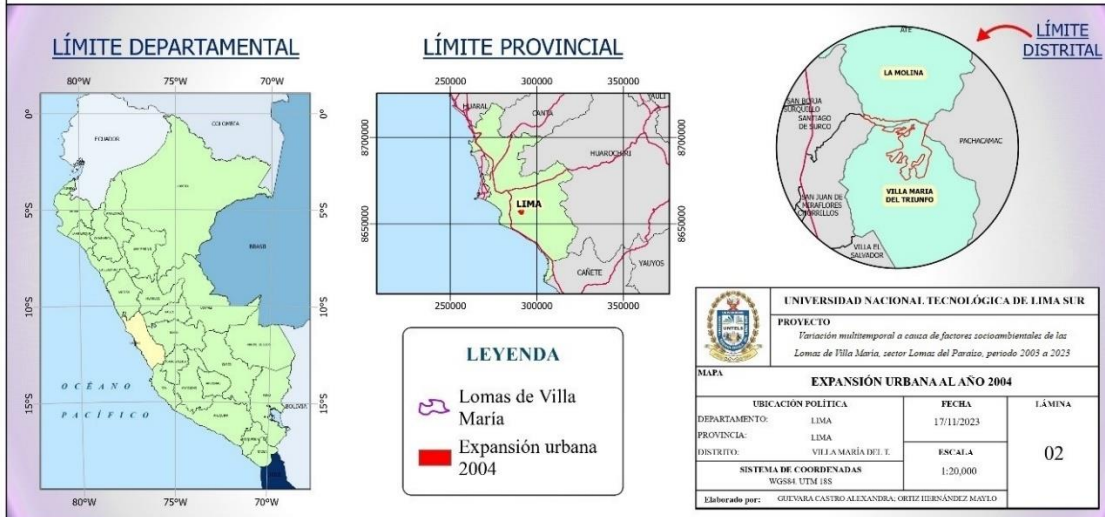
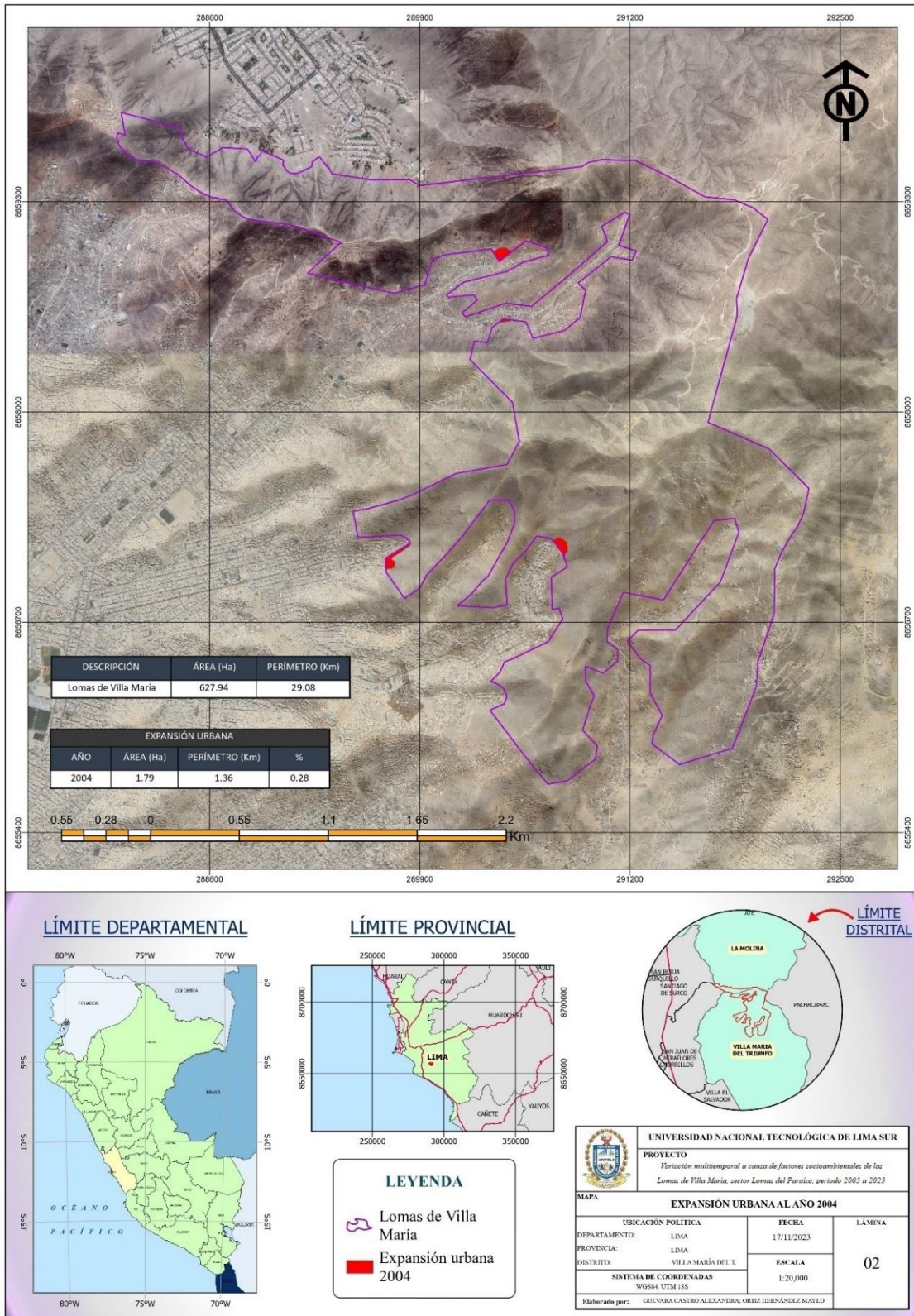
Anexo 3. Mapas de la expansión urbana por años (2003-2023)

- 2003



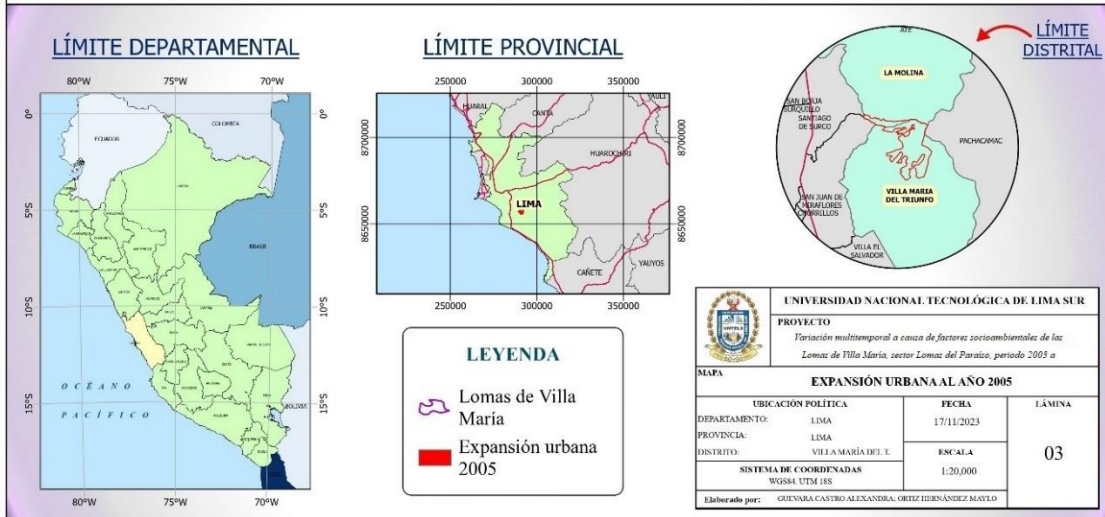
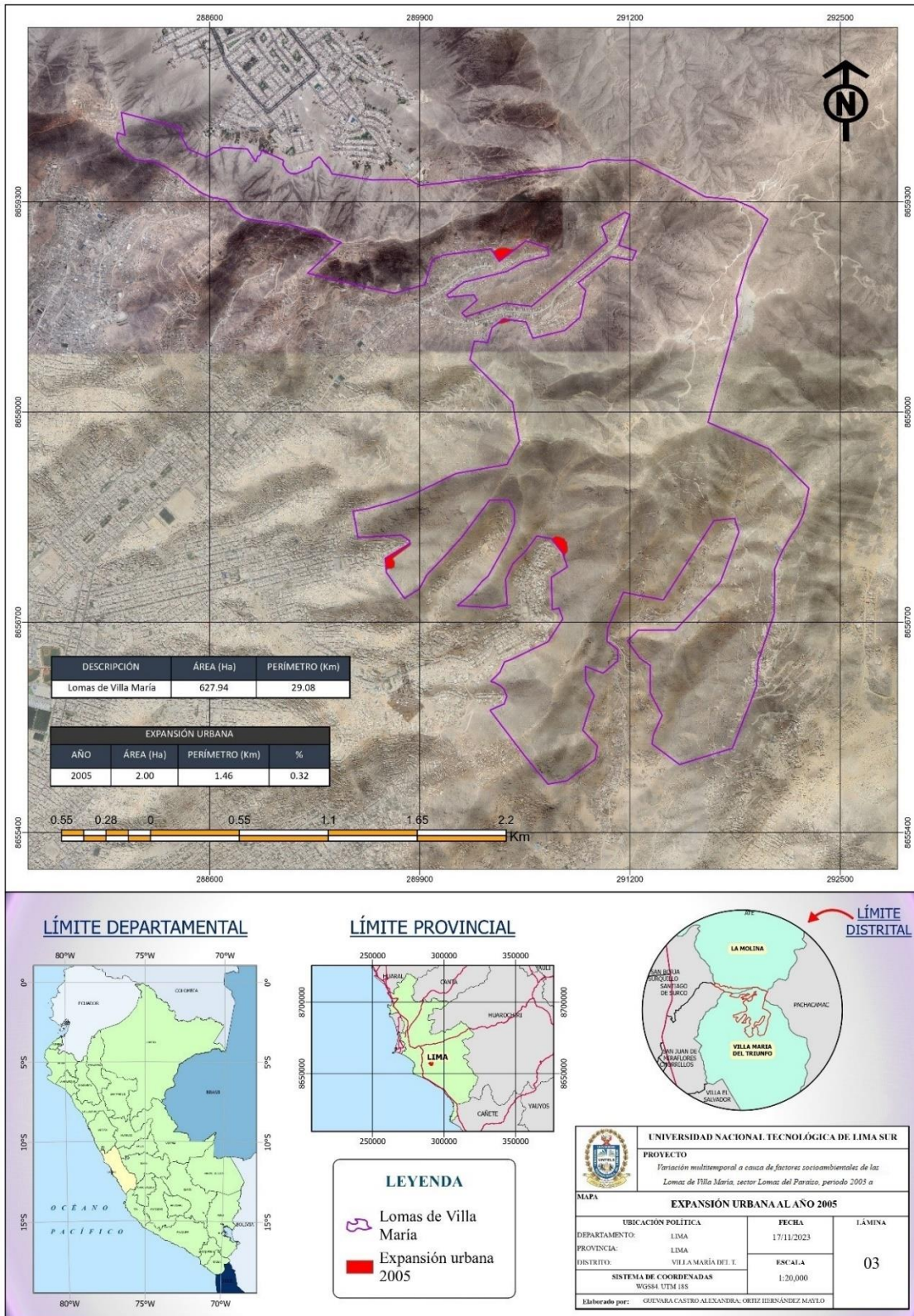
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2004



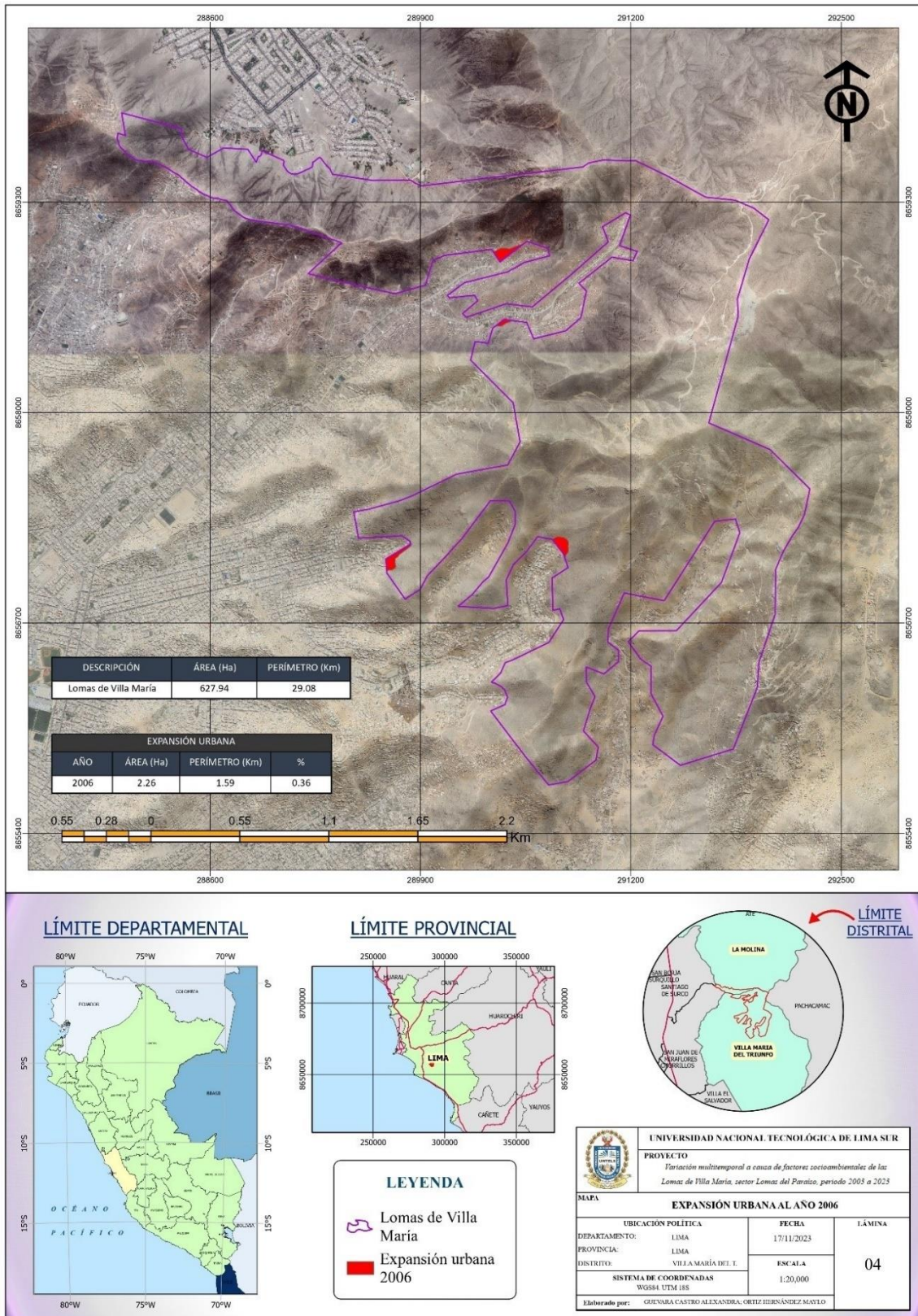
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2005



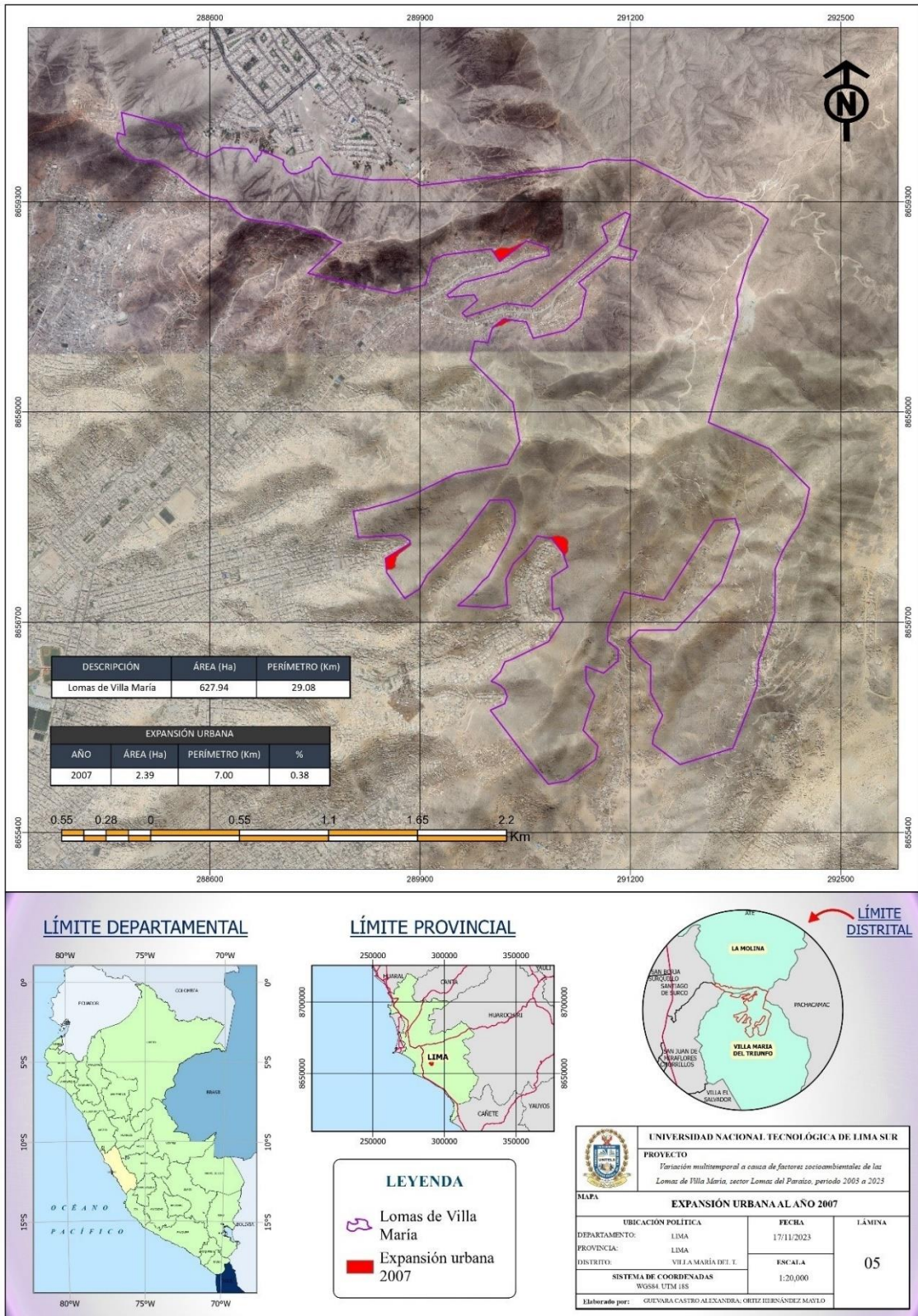
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2006



Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2007



LÍMITE DEPARTAMENTAL

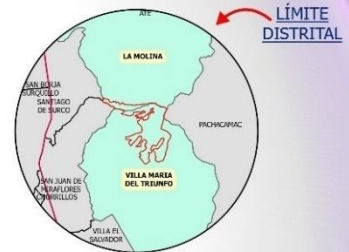


LÍMITE PROVINCIAL



LEYENDA

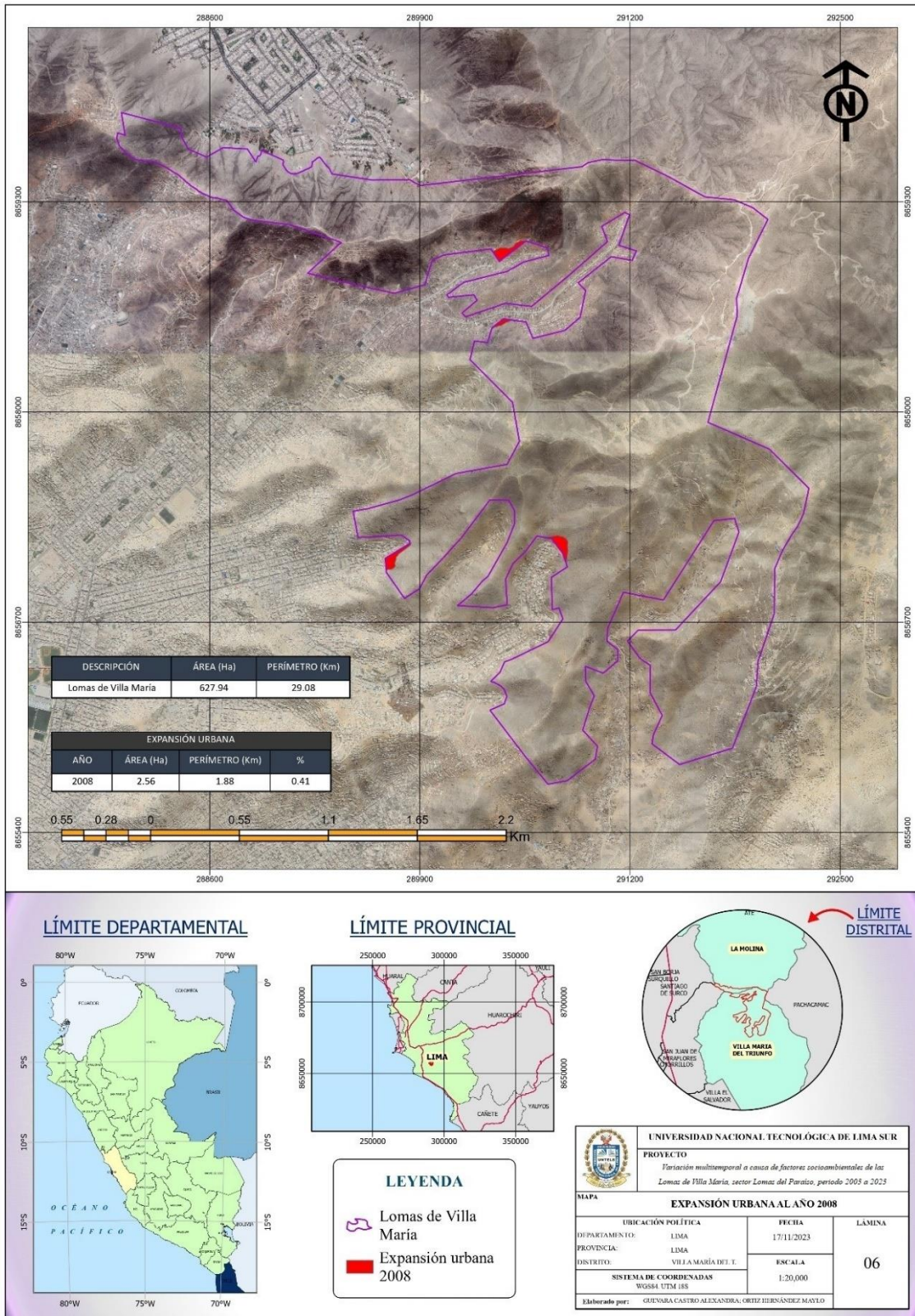
- Lomas de Villa María
- Expansión urbana 2007



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR		
PROYECTO <i>Variación multitemporal a causa de factores socioambientales de las Lomas de Villa María, sector Lomas del Paraiso, periodo 2005 a 2023</i>		
MAPA		
EXPANSIÓN URBANA AL AÑO 2007		
UBICACIÓN POLITICA	FECHA	LÁMINA
DEPARTAMENTO: LIMA	17/11/2023	05
PROVINCIA: LIMA	ESCALA	
DISTRITO: VILLA MARÍA DEL T. I.	1:20,000	
SISTEMA DE COORDENADAS WGS84 UTM 18S		
Elaborado por: GUEVARA CASTRO ALEXANDRA, ORTIZ HERNÁNDEZ MAYLO		

Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2008



LÍMITE DEPARTAMENTAL



LÍMITE PROVINCIAL



LEYENDA

- Lomas de Villa María
- Expansión urbana 2008

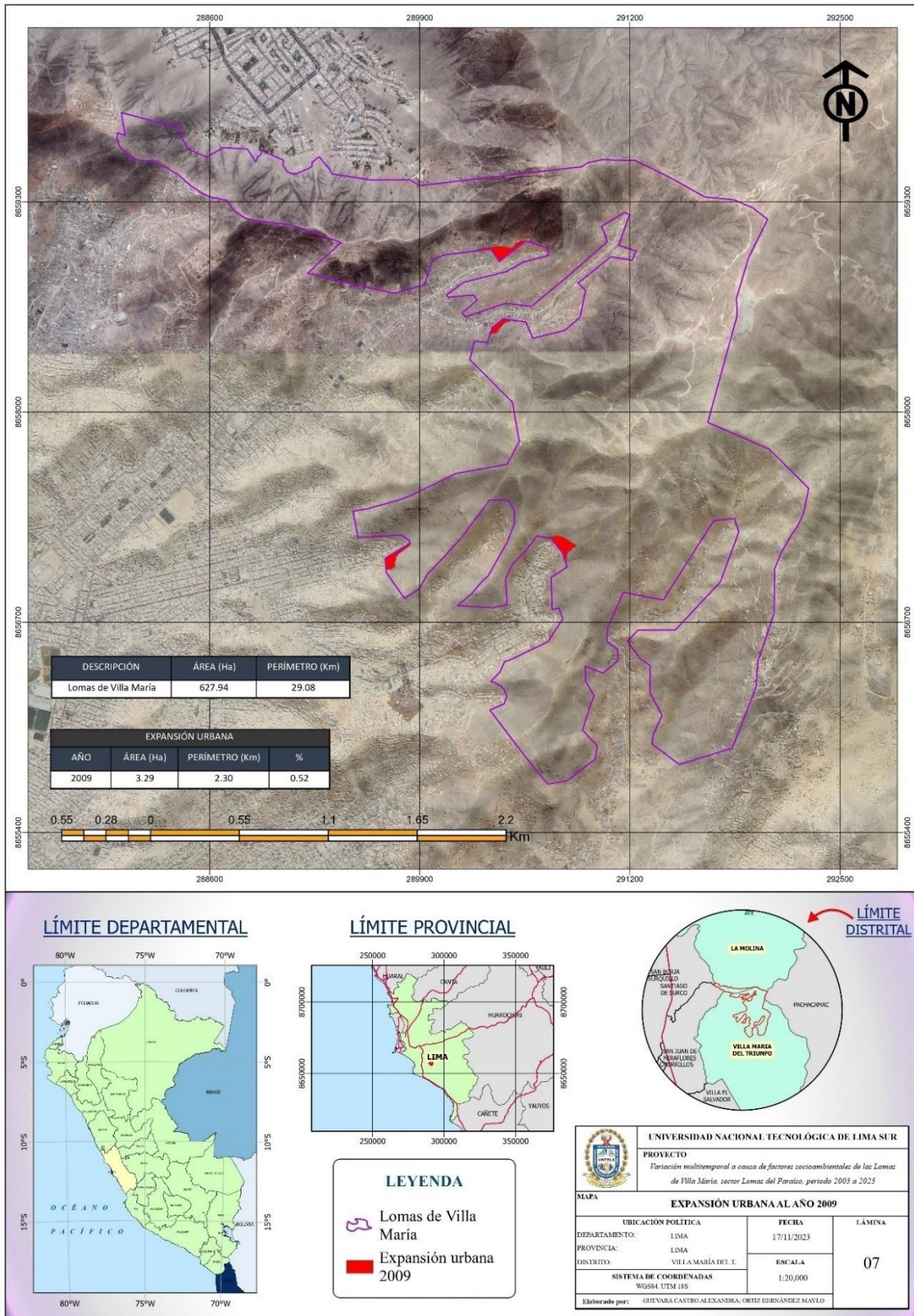
LÍMITE DISTRITAL



	UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR		
	PROYECTO <i>Variación multitemporal a causa de factores socioambientales de las Lomas de Villa María, sector Lomas del Paraíso, periodo 2003 a 2023</i>		
MAPA EXPANSIÓN URBANA AL AÑO 2008			
UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA	LÁMINA	
DEPARTAMENTO: LIMA	17/11/2023	06	
PROVINCIA: LIMA	ESCALA		
DISTRITO: VILLA MARÍA DEL T. E.	1:20,000		
SISTEMA DE COORDENADAS WGS84 UTM 18S			
Elaborado por: GUEVARA CASTRO ALEXANDRA; ORTIZ HERNÁNDEZ MAYLO			

Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2009



LÍMITE DEPARTAMENTAL



LÍMITE PROVINCIAL



LEYENDA

- Lomas de Villa María
- Expansión urbana 2009

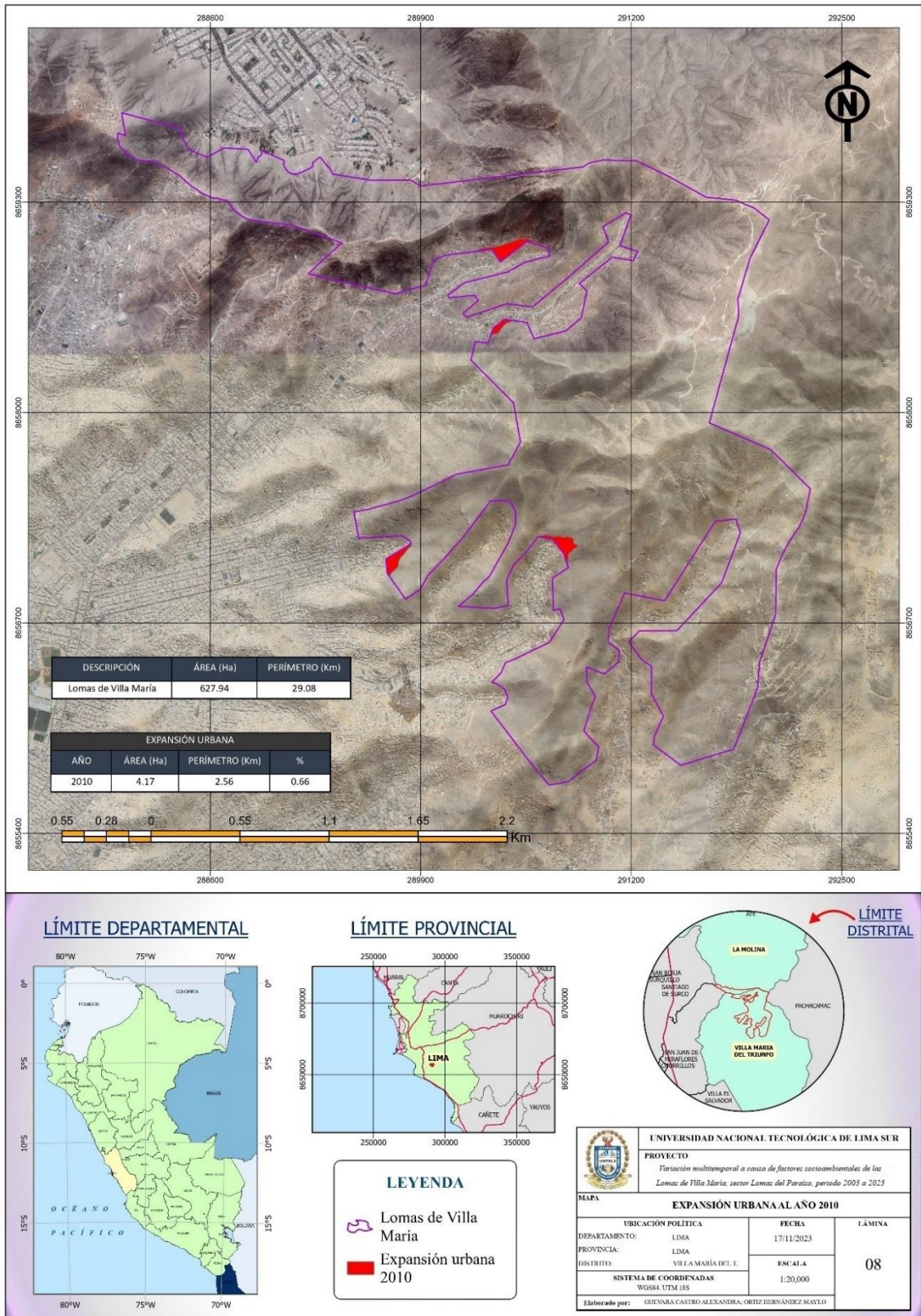
LÍMITE DISTRITAL



	UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR		
	PROYECTO <i>Variación multitemporal a causa de factores socioambientales de las Lomas de Villa María, sector Lomas del Paratiro, periodo 2003 a 2023</i>		
MAPA EXPANSIÓN URBANA AL AÑO 2009			
UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA	LÁMINA	
DEPARTAMENTO: LIMA	17/11/2023	07	
PROVINCIA: LIMA	ESCALA		
DISTRITO: VILLA MARÍA DEL T.	1:20,000		
SISTEMA DE COORDENADAS WGS84 UTM 18S			
Elaborado por: GUEVARA CASTRO ALEXANDRA, ORTIZ HERNÁNDEZ MAYLO			

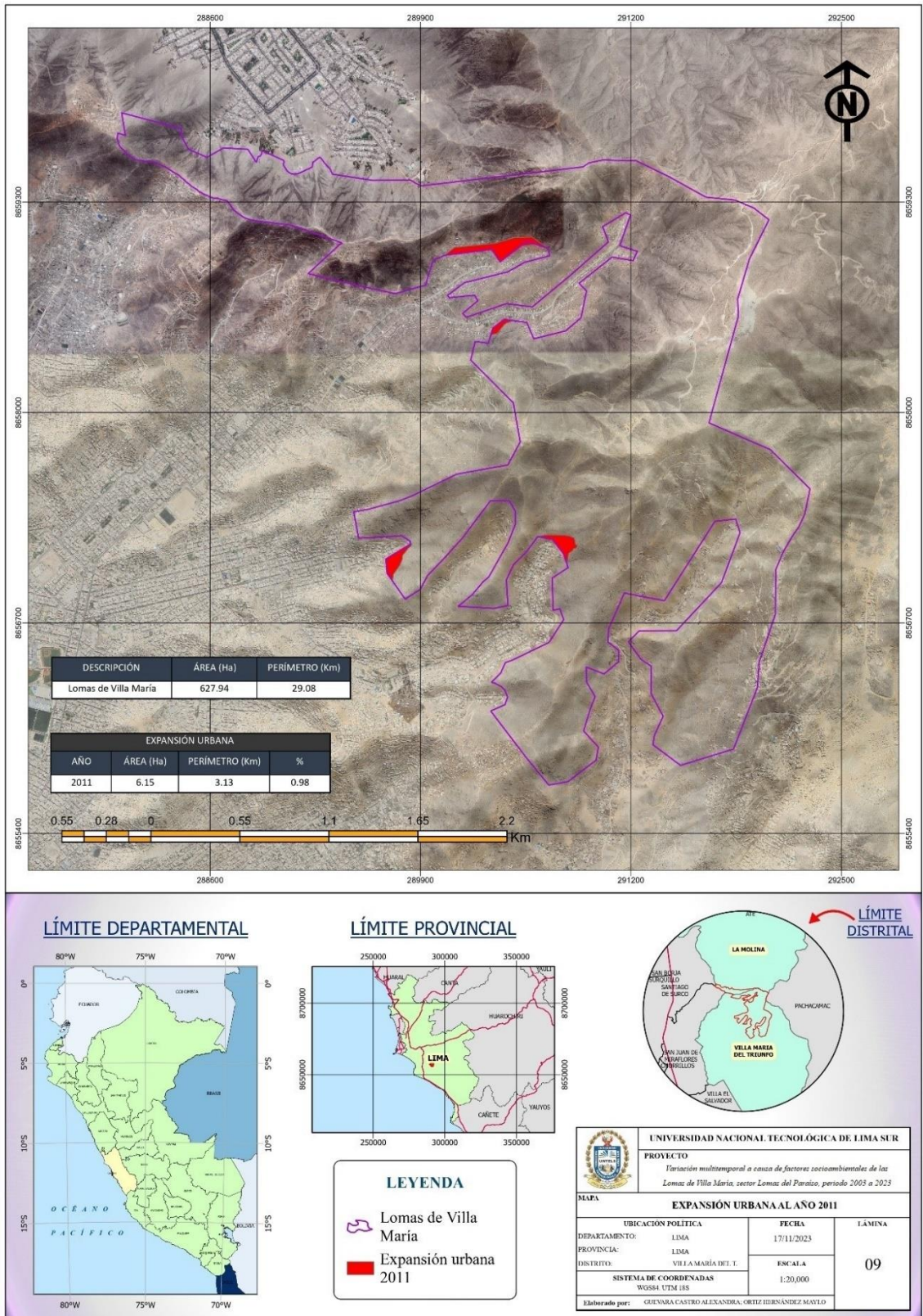
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2010



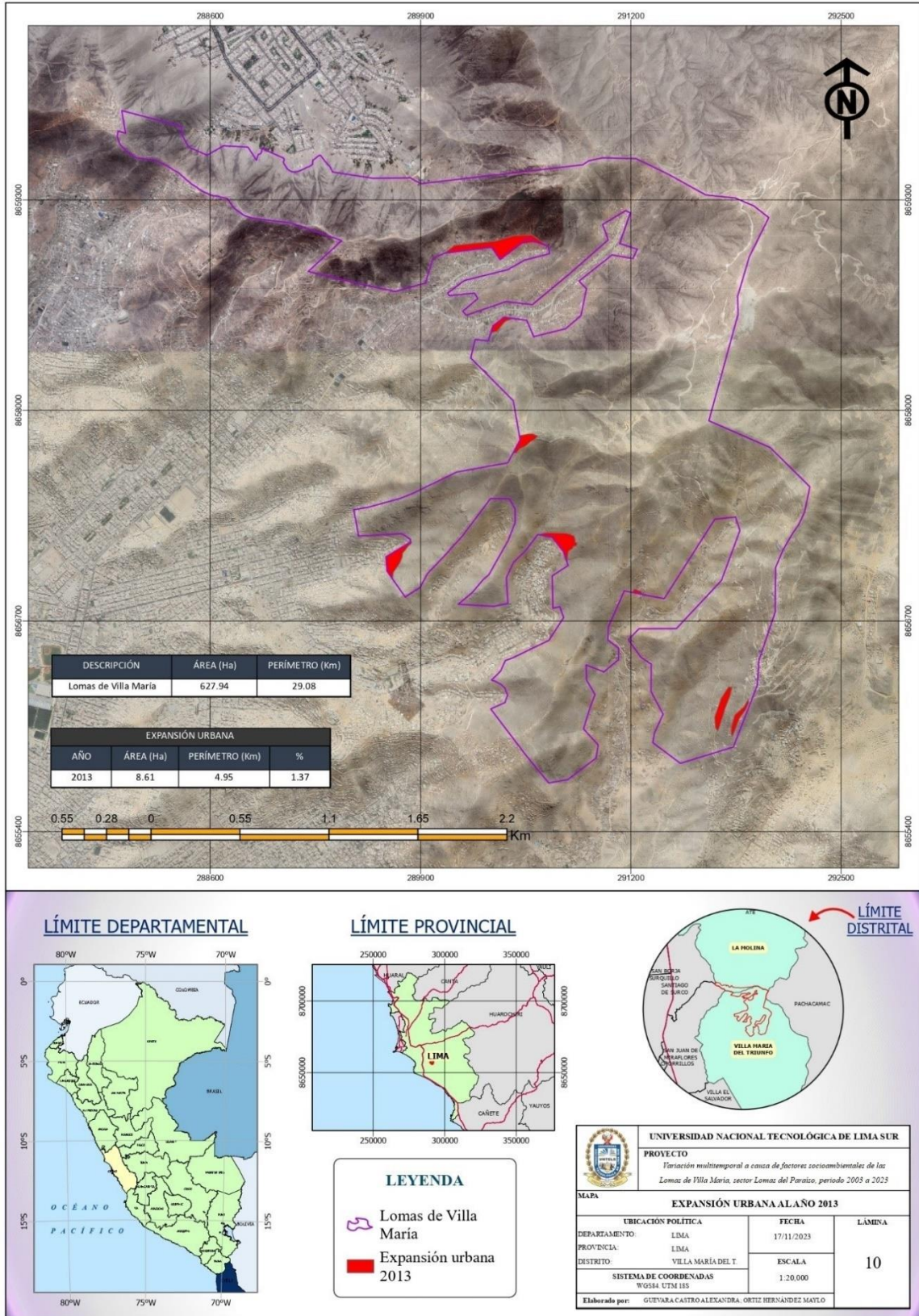
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2011



Fuente: Elaboración Propia, 2023

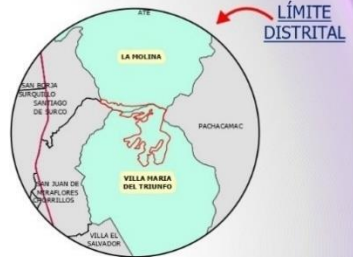
- 2013



LÍMITE DEPARTAMENTAL



LÍMITE PROVINCIAL



LEYENDA

- Lomas de Villa María
- Expansión urbana 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

PROYECTO
Variación multitemporal a causa de factores socioambientales de las Lomas de Villa María, sector Lomas del Paraiso, periodo 2003 a 2023

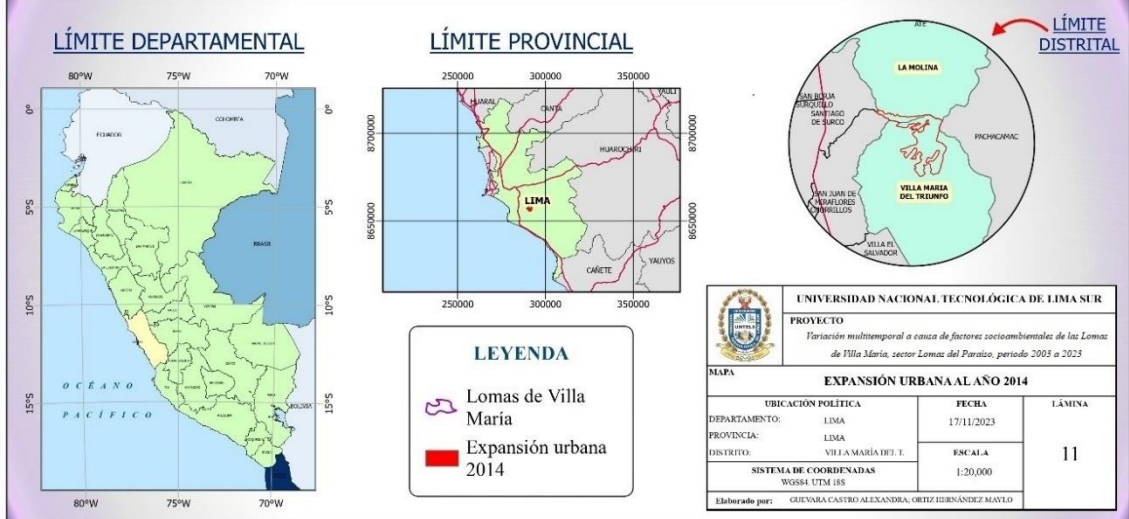
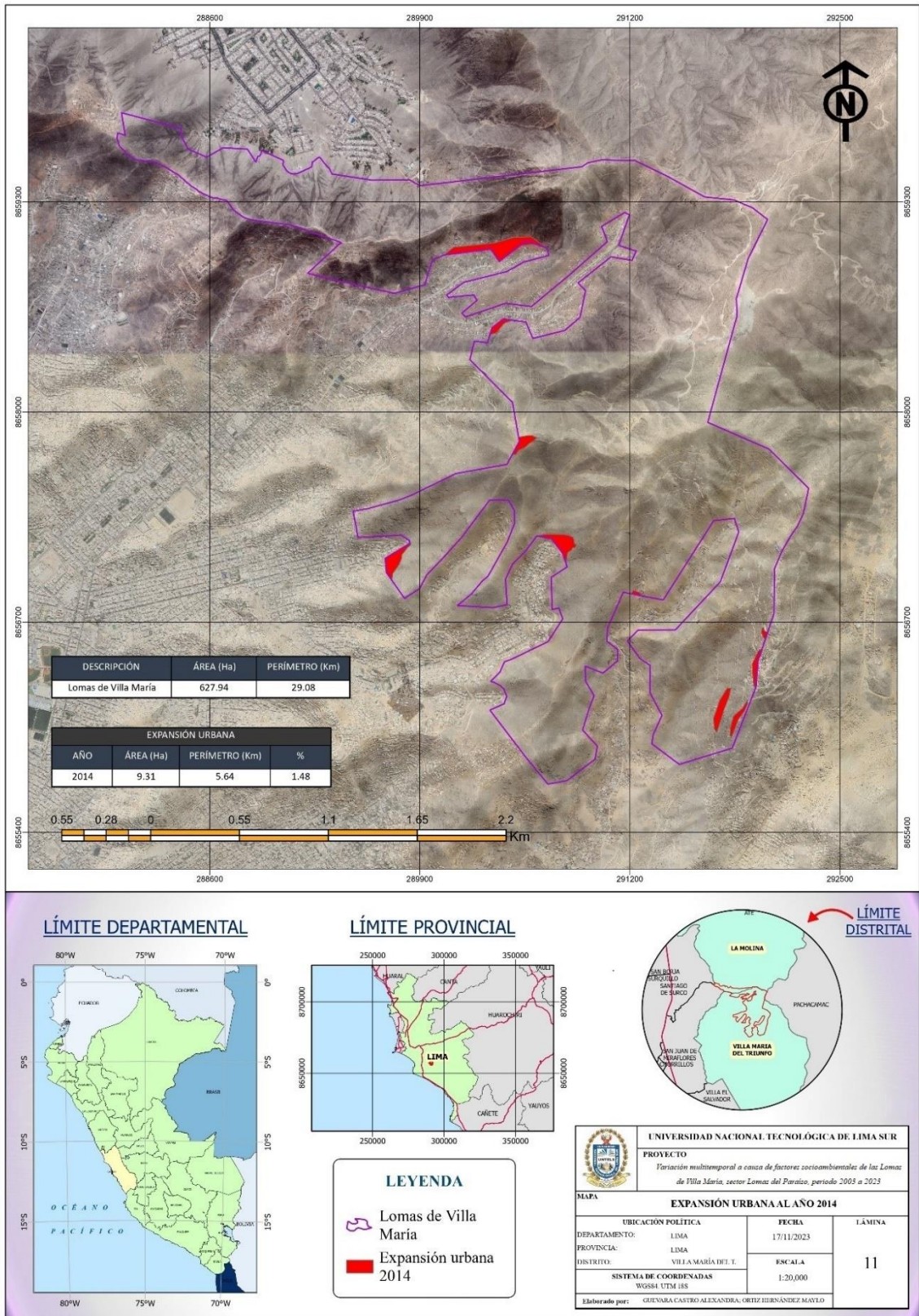
MAPA
EXPANSIÓN URBANA AL AÑO 2013

DEPARTAMENTO:	LIMA	FECHA:	17/11/2023	LÁMINA 10
PROVINCIA:	LIMA	ESCALA:	1:20.000	
DISTRITO:	VILLA MARÍA DEL T.	SISTEMA DE COORDENADAS:	WGS84 UTM 18S	

Elaborado por: GUEVARA CASTRO ALEXANDRA, ORTIZ HERNANDEZ MAYLO

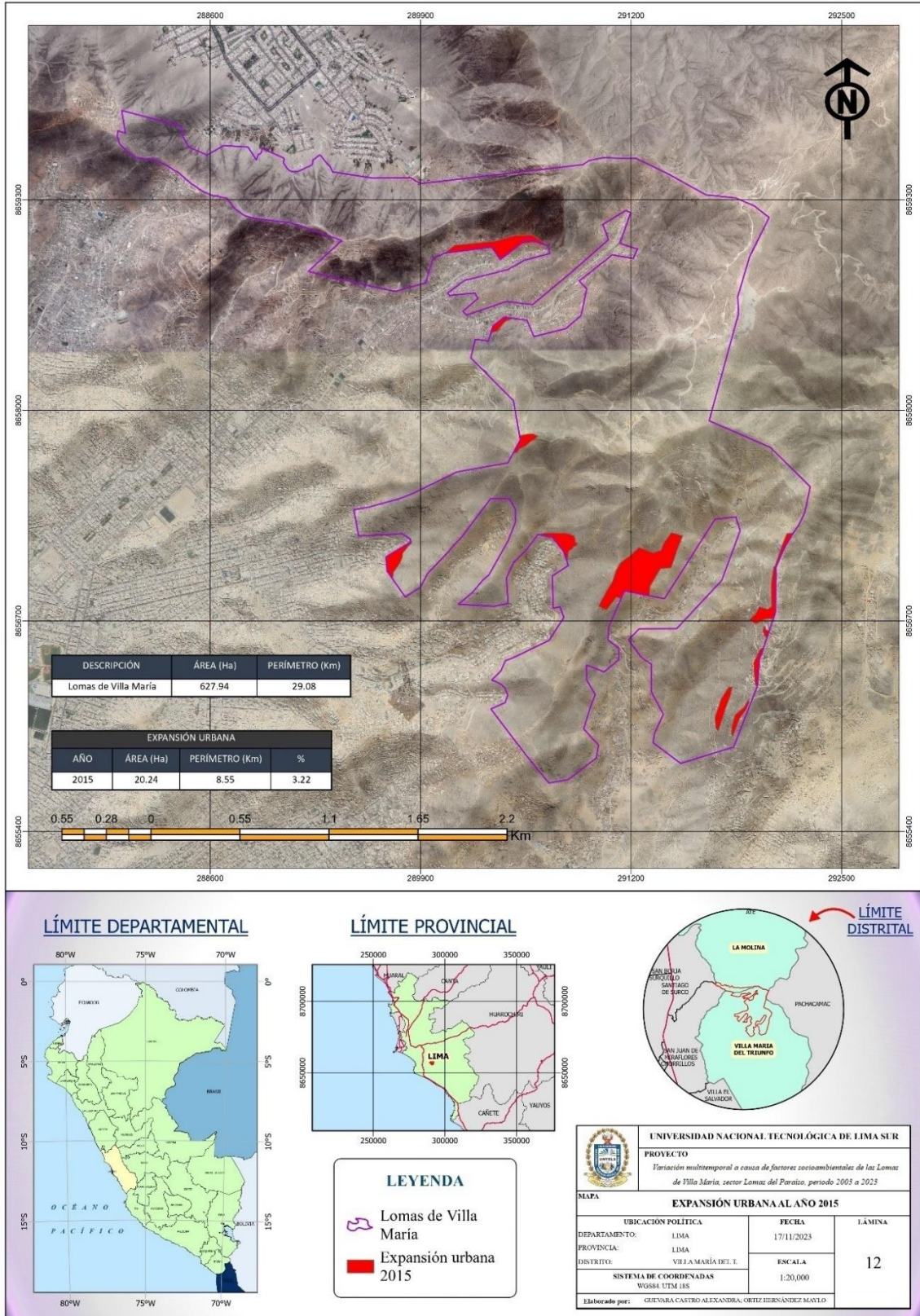
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2014



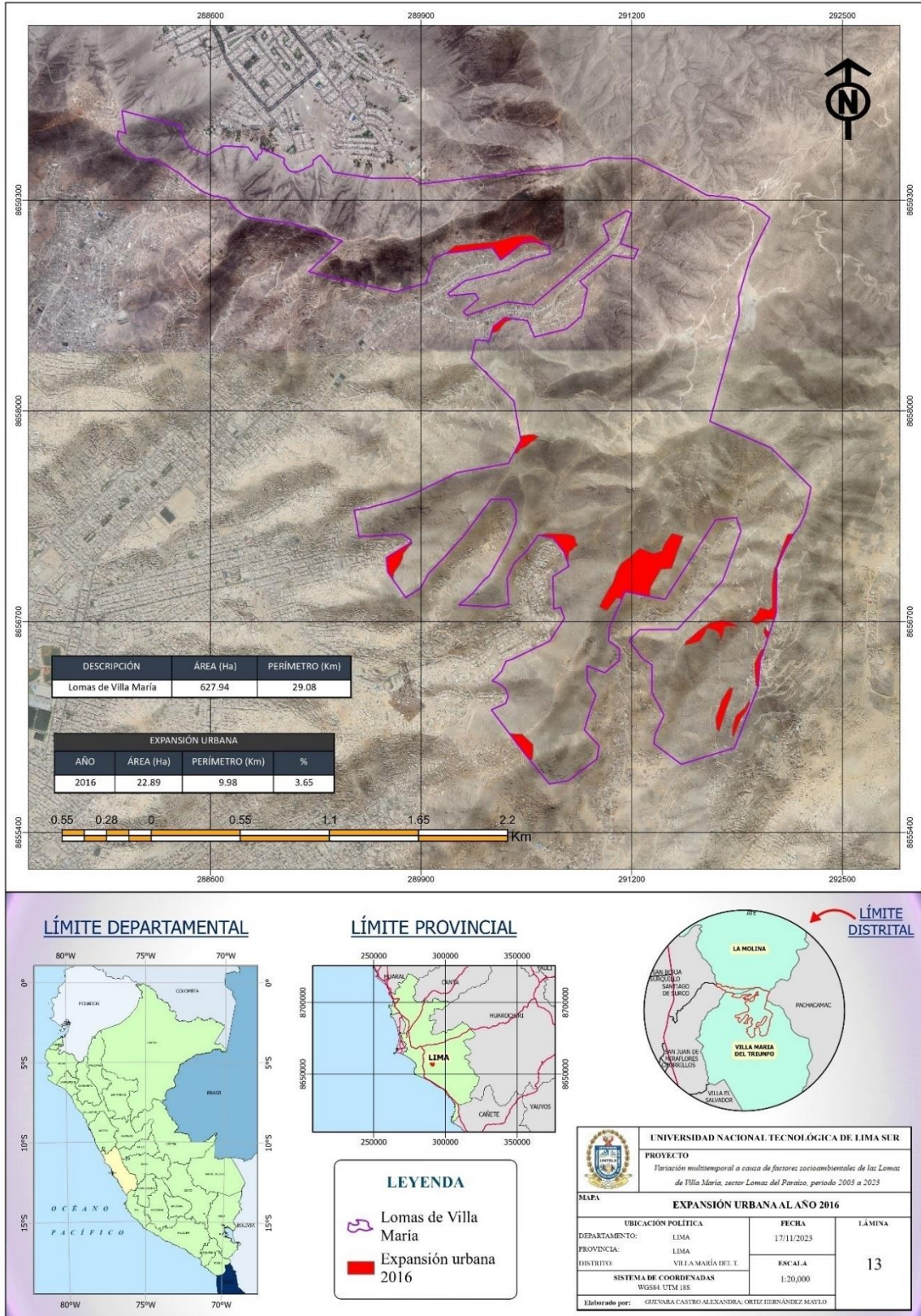
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2015



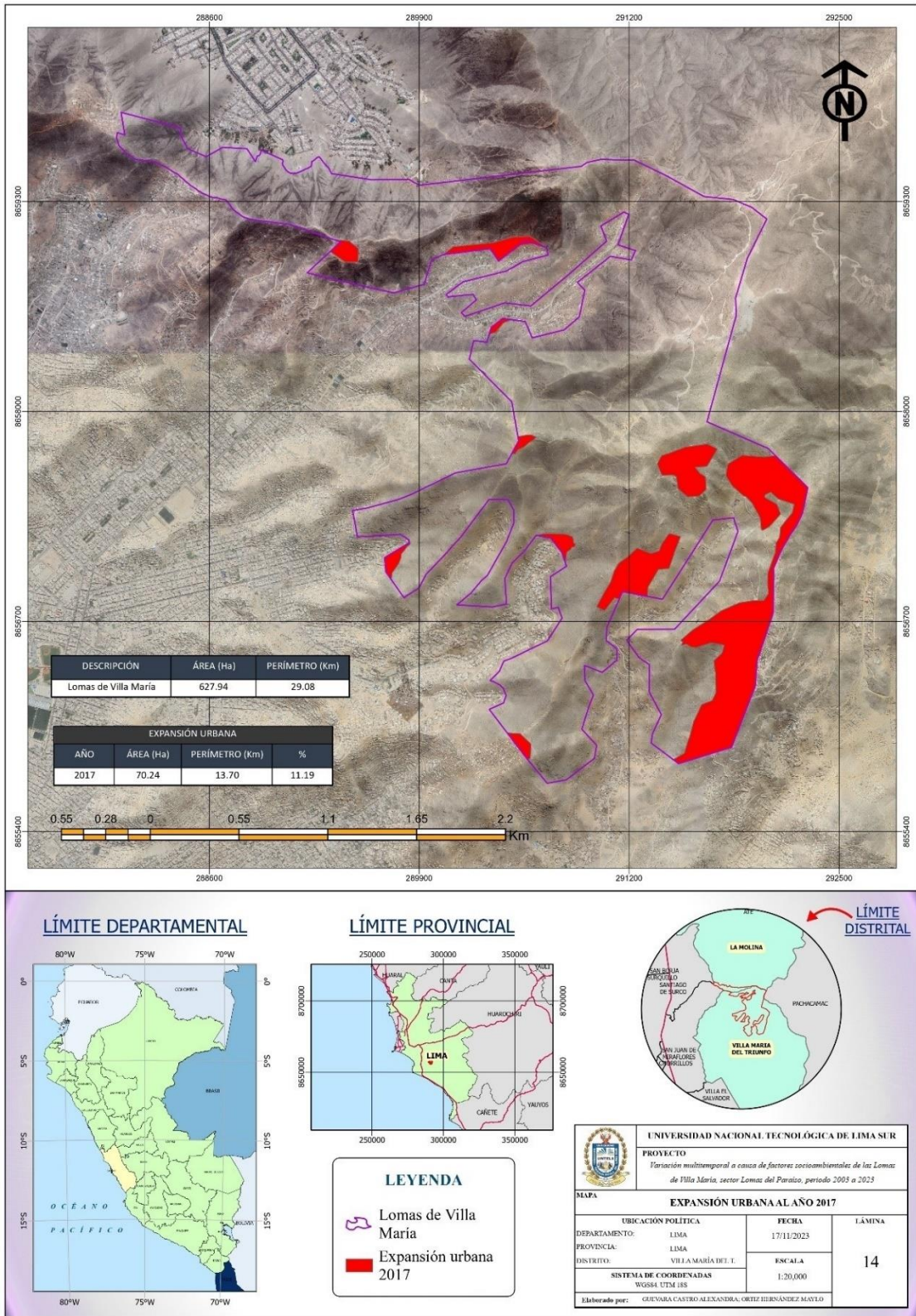
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2016



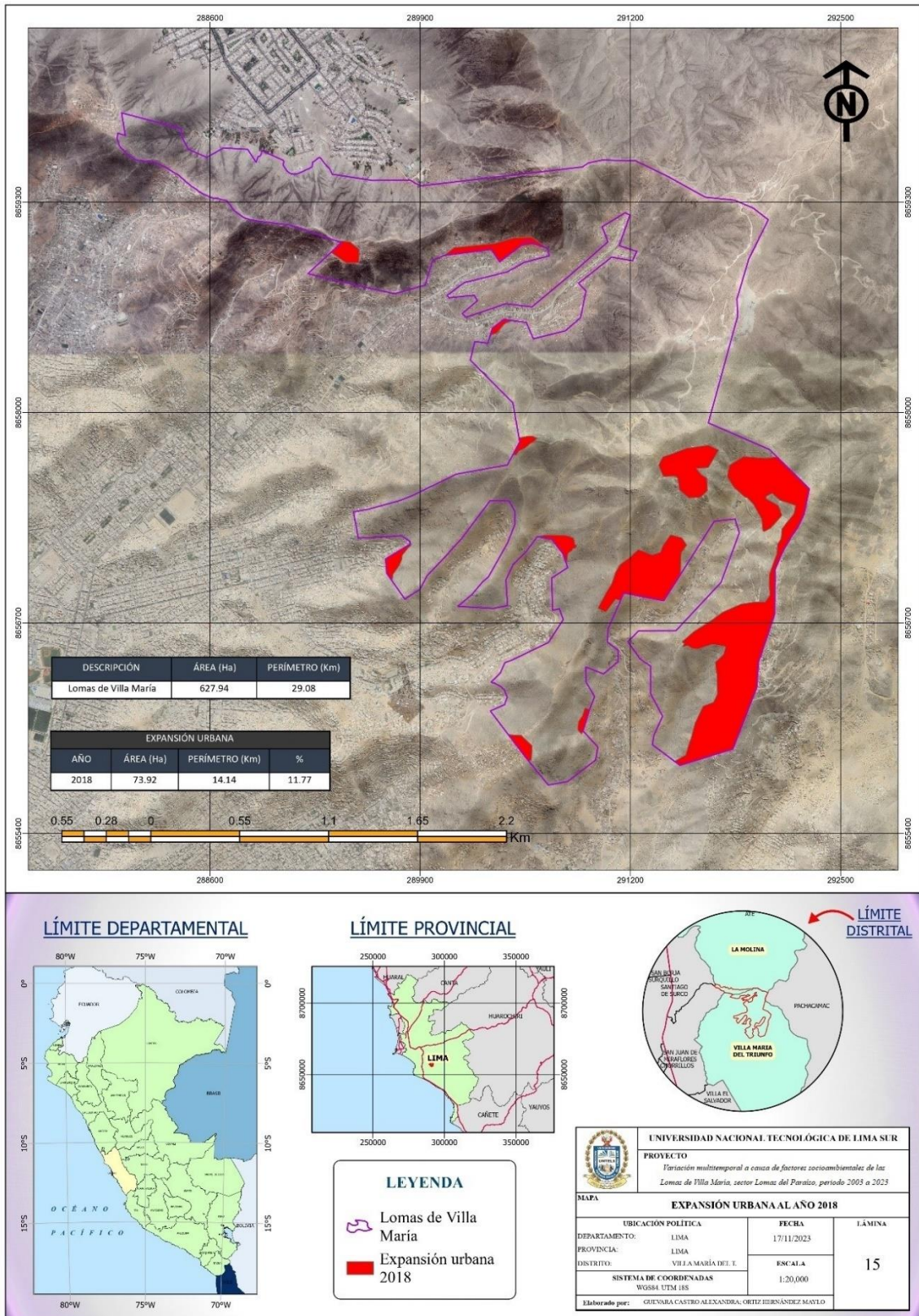
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2017



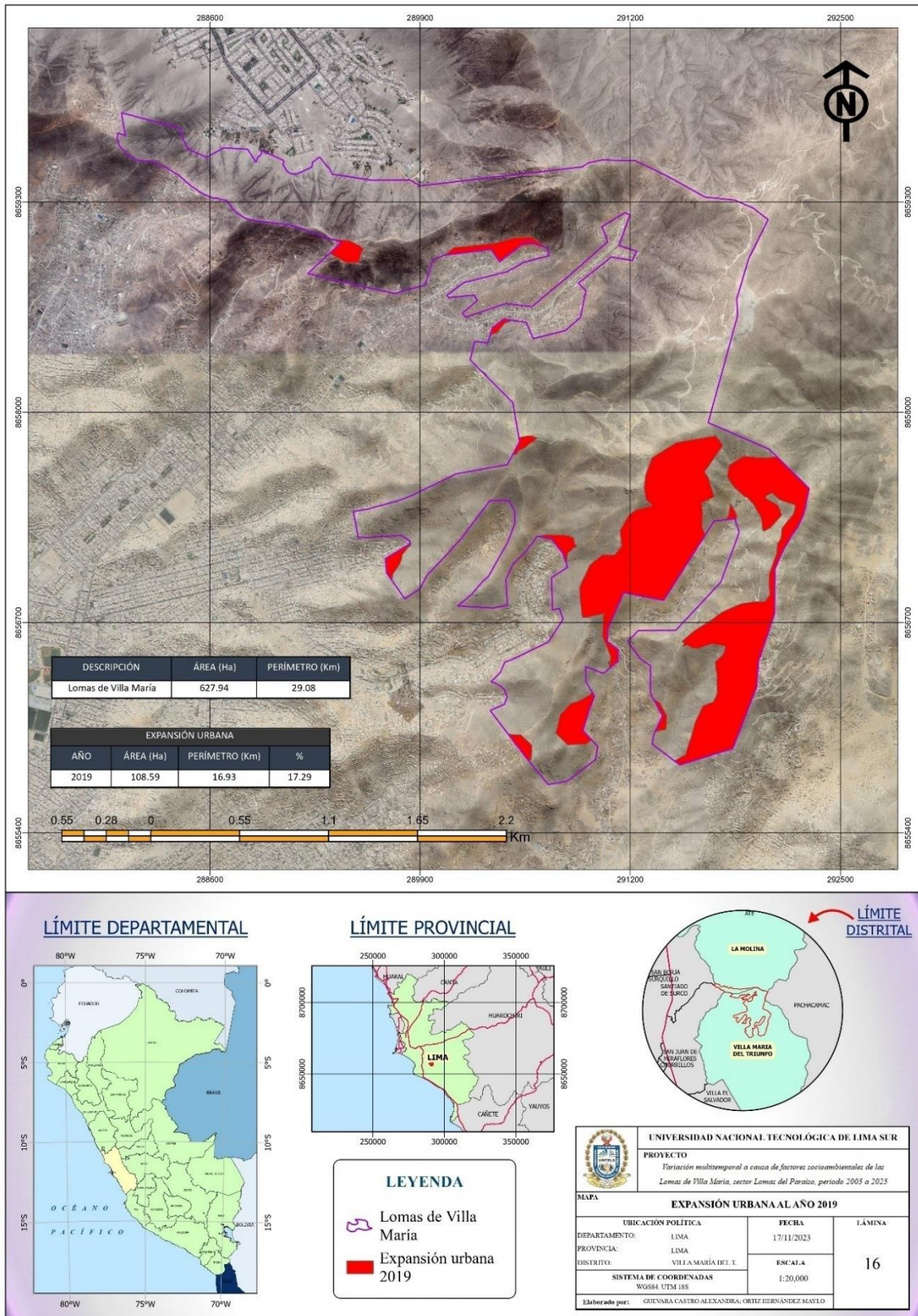
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2018



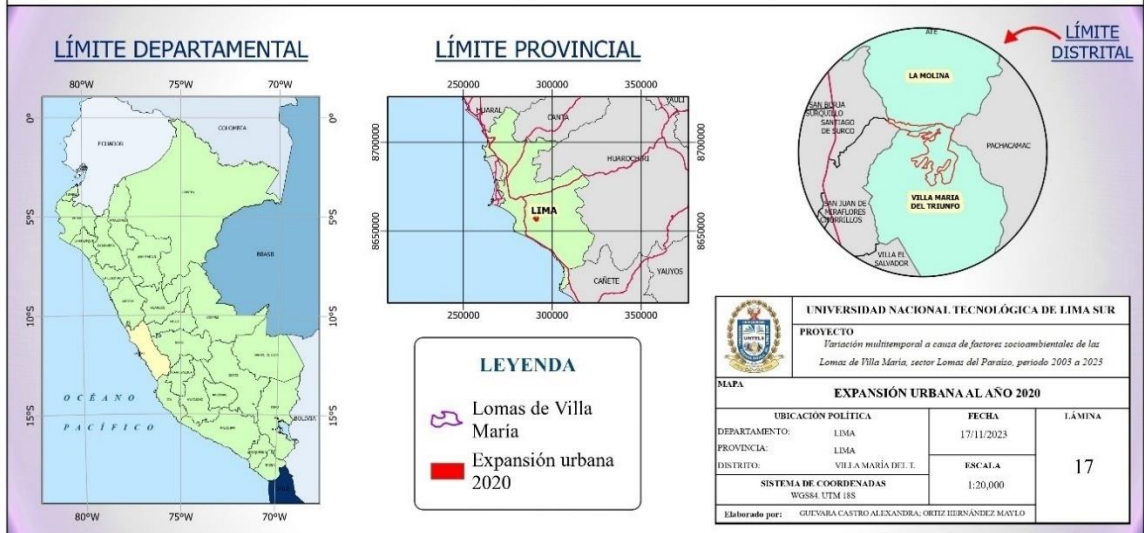
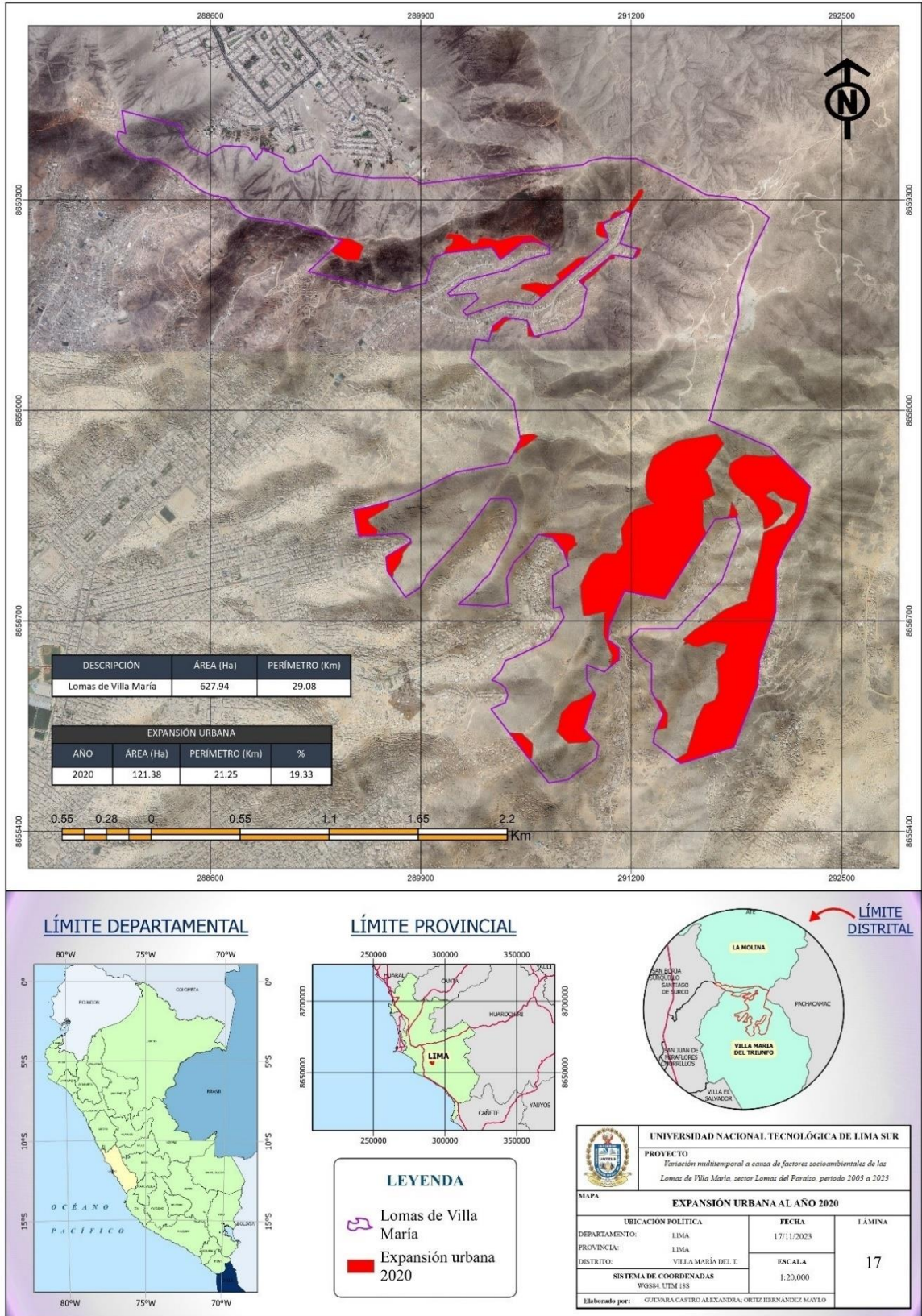
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2019



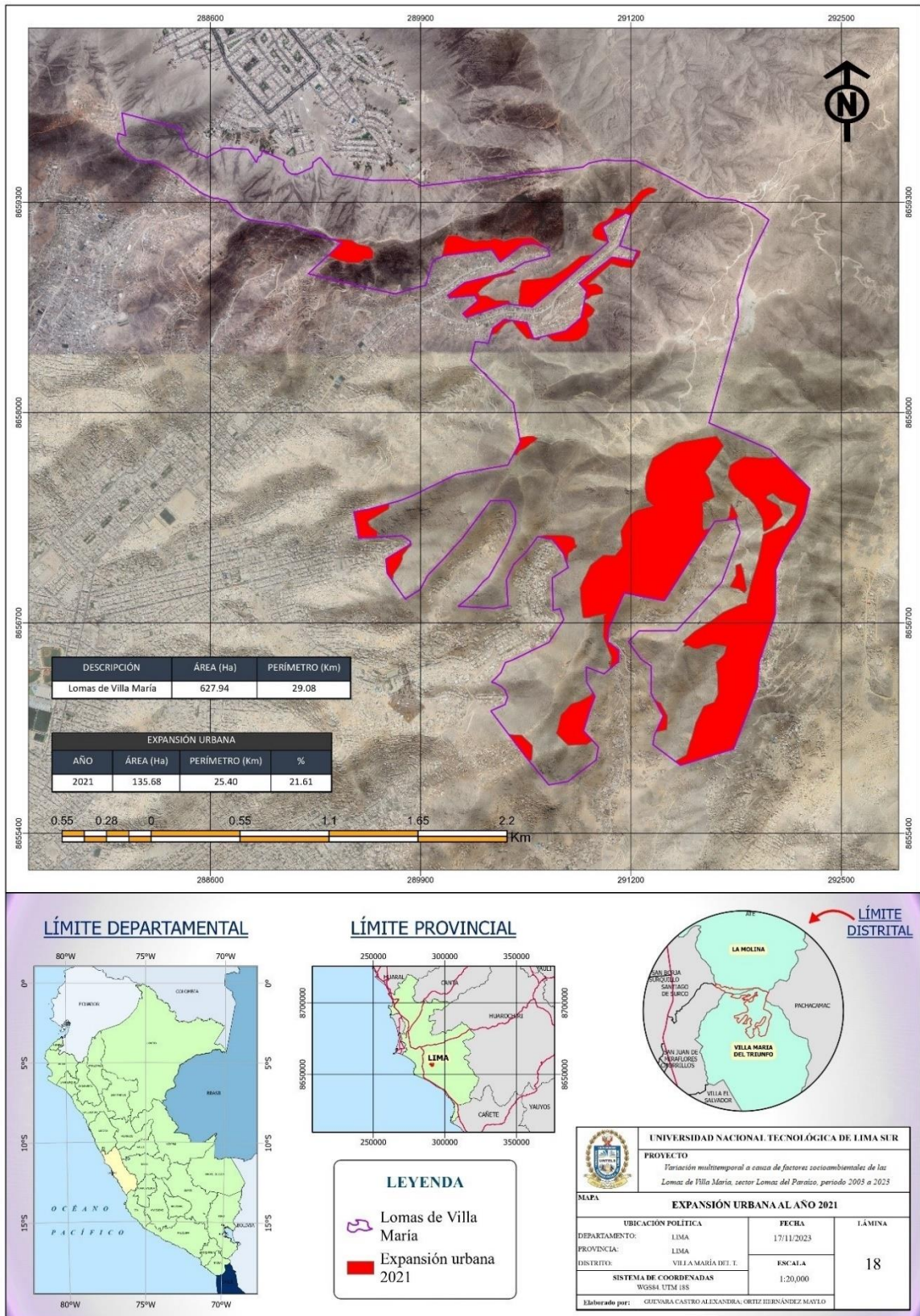
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2020



Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2021



LÍMITE DEPARTAMENTAL

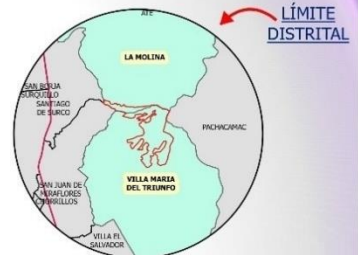


LÍMITE PROVINCIAL



LEYENDA

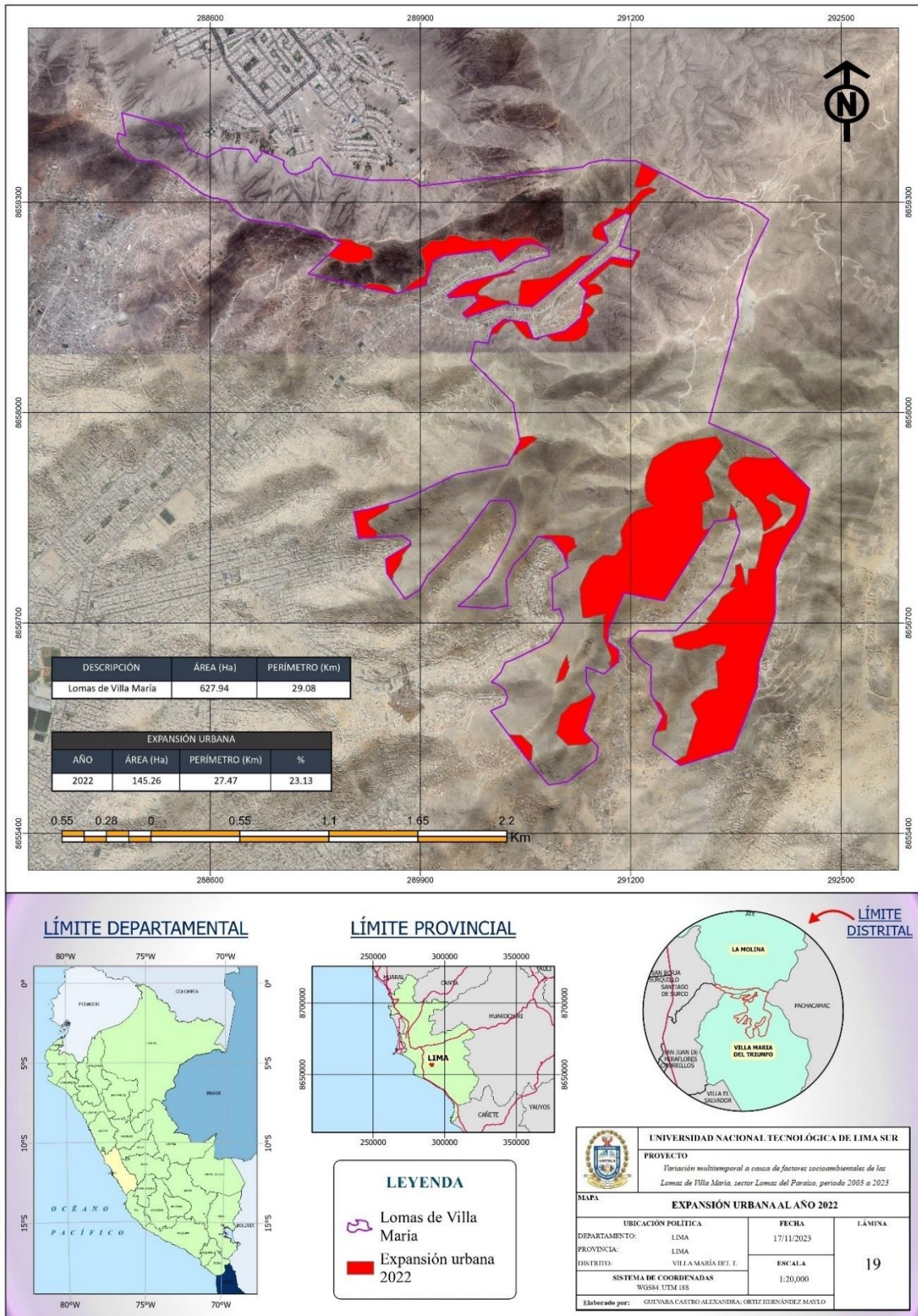
- Lomas de Villa María
- Expansión urbana 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR			
PROYECTO			
Variación multitemporal a causa de factores socioambientales de las Lomas de Villa María, sector Lomas del Paraiso, periodo 2003 a 2023			
MAPA			
EXPANSIÓN URBANA AL AÑO 2021			
UBICACIÓN POLÍTICA		FECHA	LÁMINA
DEPARTAMENTO:	LIMA	17/11/2023	18
PROVINCIA:	LIMA	ESCALA	
DISTRITO:	VILLA MARÍA DEL T.	1:20,000	
SISTEMA DE COORDENADAS WGS84 UTM 18S			
Elaborado por: GUEVARA CASTRO ALEXANDRA, ORTIZ IBERNANDEZ MAYLO			

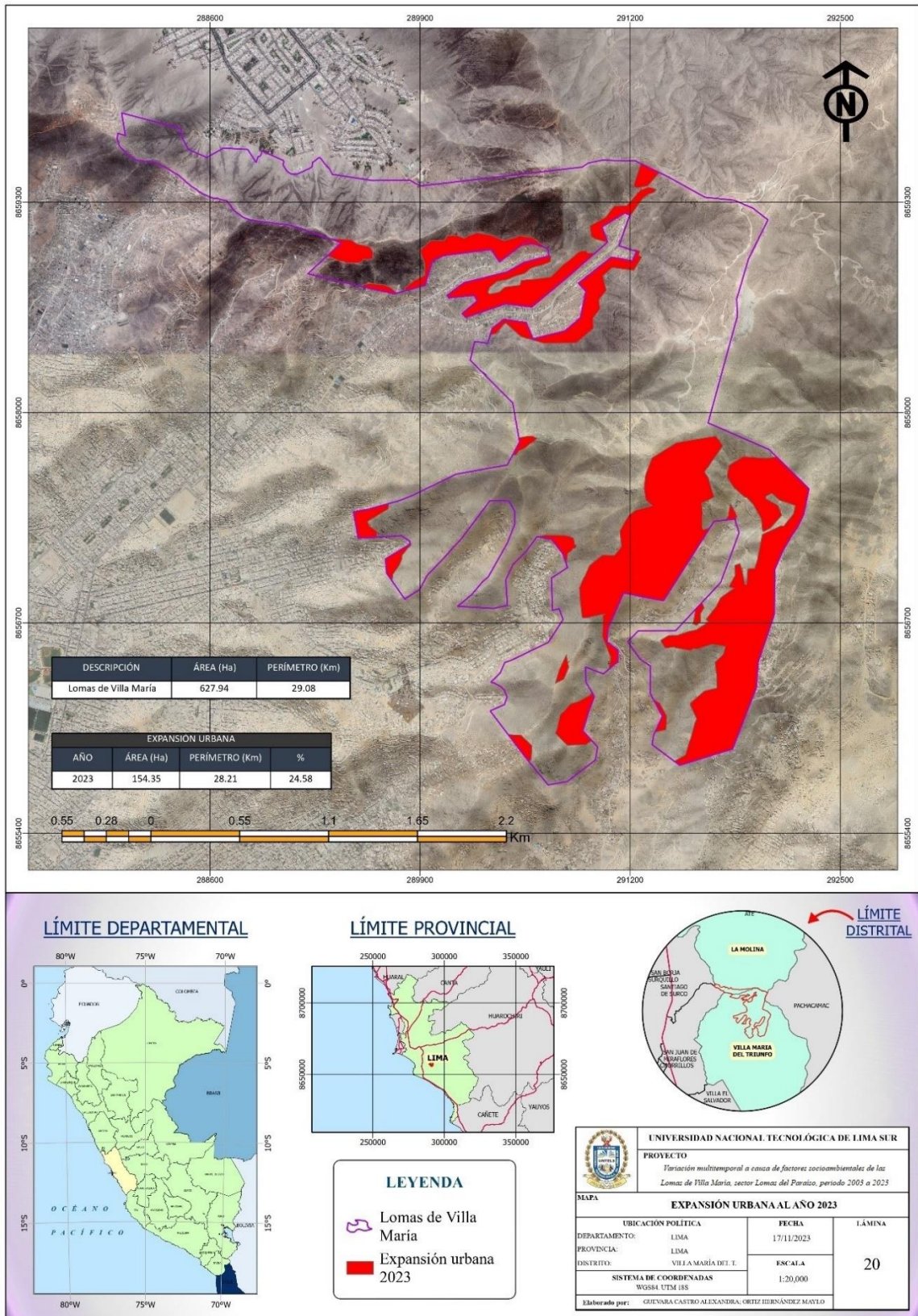
Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2022



Fuente: Elaboración Propia, 2023

- 2023



LÍMITE DEPARTAMENTAL



LÍMITE PROVINCIAL



LEYENDA

- Lomas de Villa María
- Expansión urbana 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

PROYECTO
Variación multitemporal a causa de factores socioambientales de las Lomas de Villa María, sector Lomas del Paraíso, periodo 2003 a 2023

MAPA

UBICACIÓN POLITICA	FECHA	LÁMINA
DEPARTAMENTO: LIMA	17/11/2023	20
PROVINCIA: LIMA	ESCALA:	
DISTRITO: VILLA MARÍA DEL T.	1:20,000	

SISTEMA DE COORDENADAS
WGS84 UTM 18S

Elaborado por: GUEVARA CASTRO ALEXANDRA, ORTIZ HERNÁNDEZ MANTLO

Fuente: Elaboración Propia, 2023