



Dinámicas territoriales y cambios de cobertura y el uso de suelo en el ecosistema de lomas

Estudio de caso: Sector Lomas de Paraíso, distrito de Villa María del Triunfo, Lima, Perú 1986-2023

ARTÍCULOS ORIGINALES
RECIBIDO: 10/08/2024
APROBADO: 18/09/2024
PUBLICADO: 31/12/2024

Juan Felipe Meléndez de la Cruz
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
jmelendez@unmsm.edu.pe
ORCID: 0000-0002-6937-4460

María Luisa Varillas Arquiñigo
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
mvarillasa@unmsm.edu.pe
ORCID: 0000-0002-0996-459X

Efraín Huaricacha Condori
efrainhuaricacha@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1063-0156

RESUMEN

Lima Metropolitana, la urbe más importante del Perú, tiene un cordón ecológico, localizado en laderas de geoformas de lomas, colinas y montañas, paralelo al mar entre 0 a 800 m s. n. m., denominado “Lomas Costeras” o “Lomas”. Este ecosistema incrementa la densidad de su vegetación en los meses de intensa humedad (junio a agosto). Las lomas costeras, en años recientes, han sido valoradas por las instituciones competentes como Área de Conservación Regional, como es el caso de las Lomas de Villa María del Triunfo, donde se incluye a las Lomas de Paraíso. Sin embargo, desde la década de 1980, estas áreas se han venido ocupando informalmente y, actualmente, cuenta con áreas urbanas consolidadas. En ese sentido, el objetivo de la investigación fue determinar en qué medida las dinámicas territoriales inciden en los cambios de cobertura y uso de suelo en ecosistemas de lomas costeras. Para ello, se optó por una investigación cuantitativa de carácter analítico-explicativo, usando el método fisiográfico y el análisis diacrónico, mediante el uso de técnicas de fotointerpretación y los Sistemas de Información Geográfica, para delinear las unidades de paisaje y cuantificar los cambios de cobertura y uso del suelo entre los años 1986-2023, periodo en el que se produjeron 43 cambios de cobertura y uso del suelo, resultado de dos patrones de crecimiento urbano: crecimiento urbano tentacular y salto de rana, dados sobre laderas de roca intrusiva y terrazas aluviales, basados en la relación parcelación-urbanización-edificación y parcelación-edificación, los cuales han incidido en la reducción del área de vegetación de lomas. Concluyéndose que, las dinámicas territoriales están expresadas en los cambios y transformación del paisaje del área de estudio, a través de los cambios de cobertura y uso del suelo. Palabras clave: Ecosistemas de Lomas costeras, análisis multitemporal de imágenes satelitales, cambios de uso de suelo, dinámicas territoriales.

PALABRAS CLAVE: Ecosistemas de lomas costeras, colinas costeras, análisis multitemporal de imágenes satelitales, cambios de uso de suelo, dinámicas territoriales.



Territorial dynamics and changes in land cover and use in the Lomas ecosystem: Case study of the Lomas de Paraíso sector, Villa María del Triunfo district, Lima, Peru (1986-2023)

ABSTRACT

Metropolitan Lima, Peru's most significant city, features an ecological belt located on the slopes of coastal hill geofoms, as well as hills and mountains parallel to the sea, ranging from 0 to 800 meters above sea level, known as 'Lomas Costeras' or simply 'Lomas.' This ecosystem sees an increase in vegetation density during intense humidity periods (June to August). In recent years, competent institutions have valued these coastal hills, designating areas such as the Lomas de Villa María del Triunfo, including the Lomas de Paraíso, as Regional Conservation Areas. However, since the 1980s, these ecosystems have been informally occupied, leading to the establishment of consolidated urban areas. This study aimed to determine the extent to which territorial dynamics influence changes in land cover and use within coastal hill ecosystems. It adopted a quantitative, analytical-explanatory approach, employing the physiographic method and diachronic analysis through photo-interpretation techniques and Geographic Information Systems (GIS) that delineated landscape units and quantified changes in land cover and use from 1986 to 2023. During this period, 43 land cover and use changes occurred by two urban growth patterns: tentacular urban expansion and leapfrog development, occurring on slopes of intrusive rock and alluvial terraces. These patterns, driven by the relationships between parceling, urbanization, and building, significantly contributed to a decrease in the hills' vegetation area. The study concludes that territorial dynamics reflected the transformation of the study area landscape through significant changes in land cover and use.

KEYWORDS: Coastal lomas ecosystems, coastal hills, multi-temporal satellite image análisis, land use changes, territorial dynamics.

1. Introducción

Es conocido que la costa del Perú es árida o desértica (con escasa biodiversidad) debido a la influencia de la corriente peruana que es fría, a excepción de las zonas costeras de los departamentos de Piura y Tumbes. Sin embargo, en esos espacios áridos se pueden presentar ecosistemas de neblinas que tienen una singularidad debido a que su origen se debe en gran parte al contacto de la humedad atmosférica proveniente del mar con los suelos delgados que cubren las lomas, colinas o montañas. La mayor densidad de la vegetación se presenta en los meses de mayor humedad atmosférica (julio a setiembre). El patrón de distribución de este ecosistema es complejo debido a intensidad del citado parámetro climático, así como a la dirección del viento y la topografía de geofomas como lomas, colinas o montañas.

El mencionado ecosistema es denominado en el Perú con el término de "lomas", sin embargo, es un ecosistema de lomas porque se trata de una geofoma que alberga una determinada flora y fauna única en la costa del Perú y Chile. Tal ecosistema también se puede presentarse en montañas, sin embargo, se suele relacionarlo más con las geofomas de lomas porque al caracterizarse por tener poca altura y declives suaves puede visualizarse, estudiarse y visitarse con mayor frecuencia. Normalmente, las citadas geofomas se localizan de manera longitudinal y paralela a la línea de costa



y comprende relieves residuales de piedemonte del flanco occidental de la Cordillera de los Andes. Dichas geoformas (lomas, colinas e incluso montañas) son resultado de modelados de acciones erosivas de antiguos climas. Mientras que fisiográficamente es señalado en diversas bibliografías con la denominación de estribaciones andinas siendo ésta una gran unidad que puede comprender las aludidas geoformas.

El ecosistema de lomas es un cordón que se extiende desde el departamento de Lambayeque, en el norte del Perú, hasta el norte de Chile. Se requiere estudiarlo de manera sostenida en razón a que brinda un servicio ambiental en el contexto actual de cambio climático global. Normalmente, en los citados espacios costeros y hasta los 1500 m s. n. m. predomina el clima árido con deficiencias de humedad en todas las estaciones del año, así como templado por el lado de la temperatura. La escasez de precipitación en la costa peruana se debe a que los vientos alisios húmedos, al pasar sobre las aguas frías de la corriente peruana, se enfrían y producen un colchón de neblina hasta los 800 a 1000 msnm, con temperaturas bajas, cercanas a los 13 °C. Sobre este colchón la temperatura aumenta hasta los 24 °C aproximadamente y el aire cálido absorbe la humedad, impidiendo la formación de nubes de lluvia (Egg y Mendiola, 2005).

La humedad relativa es alta en el desierto y las lomas costeras, ecosistemas donde se encuentra el ámbito de estudio. Generalmente por encima del 60%, llegando en invierno hasta el 100%. Cuando sobrepasa el 100% se produce una fina llovizna conocida como garúa (Egg y Mendiola, 2005). Los vientos en el litoral peruano tienen predominancia Sur al Norte, sin embargo, los factores locales, como las colinas o las planicies determinan la dirección de estas. Tal es el caso de la estación Villa María, ya que alrededor de dicha estación meteorológica existen obstáculos naturales (colinas).

Al respecto, las ciudades costeras del Perú se emplazan en espacios de litoral, terrazas, planicies y conos aluviales de ríos de la vertiente del Pacífico. Las zonas de laderas como lomas y colinas, que pueden albergar ecosistemas de lomas, suelen ser espacios aledaños a estas urbes, normalmente deberían corresponder a lugares de conservación. Sin embargo, debido a intensos procesos de urbanización, por lo general informal, se han convertido en espacios periféricos de estas ciudades. El caso más crítico es la ciudad de Lima (o Lima Metropolitana) que se estima alberga 11 millones de habitantes siendo muy fuerte la presión para ocupar los espacios periféricos, uno de ellos los ecosistemas de lomas, sobre todo en los últimos 30 años. Además, las lomas costeras se encuentran afectadas por el sobrepastoreo, el cambio de uso de suelo y la contaminación ambiental (Alonso y Jesús, 2021). Asimismo, “esta presión al suelo, producida por el crecimiento urbano sin planificación en la periferia urbana, ha devenido en el deterioro y en algunos casos hasta en la desaparición de los ecosistemas frágiles preexistentes en el sur del área metropolitana de Lima” (García et al., 2014, p. 280). Por tanto, las lomas costeras están siendo afectadas y disminuidas por el continuo crecimiento urbano no planificado.

Tal es así, como ocurre en las lomas ubicadas en el distrito de Villa María del Triunfo, en especial en las Lomas de Paraíso, que desde el año 1987 ha estado sien-



do invadido por los asentamientos humanos Edén del Manantial, Quebrada Verde y Bellavista (Quintanilla, 2019, p. 2). Por lo que, los propietarios que se asientan dentro de la loma, tuvieron que desbistar la topografía y la flora del lugar, para la construcción de sus viviendas, las cuales son de material noble y precario, donde muchas veces no se encuentra el propietario (Apedjinou, 2019). En consecuencia, los procesos de asentamiento espacial y cambios de cobertura y uso del suelo sobre las Lomas el Paraíso, altera y modifica su composición natural, servicios ecosistémicos y condiciones biogeográficas, por lo tanto, “constituyen un grave problema pues esa vegetación cumple funciones en el equilibrio natural, siendo una de ellas la estabilización de los suelos” (García et al., s. f., p. 279). Lo cual puede desencadenar en escenarios de riesgo de desastres. En ese contexto en el año 2019 se estableció el “Sistema de Lomas de Lima” que fue categorizado como un Área de Conservación Regional (ACR) mediante el Decreto Supremo N° 011 impulsado por el Ministerio del Ambiente. El mencionado sistema geográficamente está dividido en 5 partes: 1. Lomas de Ancón; 2. Lomas de Carabayllo 1; 3. Lomas de Carabayllo 2; 4. Lomas de Amancaes y 5. Lomas de Villa María.

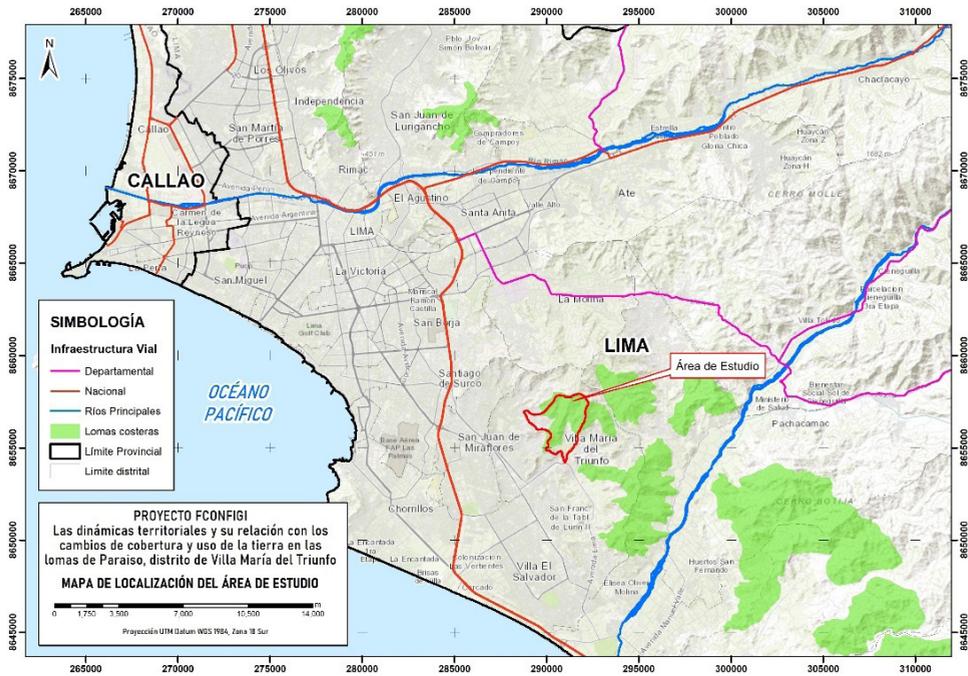


FIGURA 1. Mapa de Localización

Por tanto, el propósito de esta investigación es estudiar las Lomas de Paraíso como uno de los sectores más relevantes de las “Lomas de Villa María” debido a su naturaleza



ecológica y espacial, y las dinámicas de ocupación informal dadas antes de la entrada en vigor del citado dispositivo legal. Es decir, el objetivo de la investigación, es determinar en qué medida las dinámicas territoriales inciden en los cambios de cobertura y uso del suelo en los ecosistemas de lomas. Para ello, se ha seleccionado las Lomas de Paraíso, como parte de las Lomas de Villa María, localizado en el distrito de Villa María del Triunfo (Lima), teniendo como referencia el poblado Edén de Manantial (ver Figura 1. Mapa de Localización). En razón a que la población que originalmente ocupó esos espacios ha valorado los ecosistemas de Lomas y tiene conocimiento de los servicios ambientales que brinda. Se plantea como hipótesis que las dinámicas territoriales viene configurando transformaciones en el distrito de Villa María del Triunfo, incidiendo en los cambios de cobertura y uso del suelo en ecosistemas de lomas costeras.

2. Métodos

La investigación tiene carácter cuantitativo tipo aplicada y de nivel analítica-explicativa, con un diseño de investigación no experimental de corte longitudinal. Tomando seis momentos de la investigación, el primero, desde el inicio de ocupación del área de ecosistemas de loma en 1986 (año señalado por Mirashiro, 2012). Un segundo teniendo en cuenta el año 1998 como un punto de inflexión porque la población (que inicialmente ocupó informalmente el área de estudio) va tomando conciencia y sensibilidad de los valores ecosistémicos que tienen lomas costeras. El tercero, año 2007, cuando se promulga la Ordenanza N° 1084, que aprueba el reajuste integral de la zonificación de los usos del suelo, donde el área de lomas estaba calificada como zonas de Protección y Tratamiento Paisajístico (PTP). El cuarto el año 2013, se reconoce a la Loma Villa María del Triunfo como Ecosistema Frágil mediante Resolución Ministerial N° 0401-2013-MINAGRI. El quinto, año 2019, la promulgación del Decreto Supremo N° 011-2019-MINAM, que tiene como objetivo conservar los ecosistemas de lomas, su diversidad biológica y patrimonio cultural asociado, a través del ACR Sistemas de Lomas. En el año 2023 finaliza el estudio que consiste identificar los patrones de asentamientos y las dinámicas que lo causaron.

2.1. Procedimientos

Se realizó un análisis multitemporal para cual se emplearon imágenes satelitales disponibles (ver tabla 1). Como información complementaria para determinar el uso del suelo se recogió y digitalizó planos de lotización y habilitaciones urbanas de la Municipalidad distrital de Villa María del Triunfo. También se revisó información geoespacial del Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) y del Instituto Metropolitano de Planificación (IMP). Para conocer los cambios más recientes se utilizó las imágenes de Google Earth.



TABLA 1. Imágenes de satélite

Año	Mes	Número de imágenes descargadas	Tipo de imagen	Número de bandas	Observaciones
1986	Abril y mayo	3	Lansat 5	4	Mínima presencia de nubosidad
1986	Octubre	2	Lansat 5	4	Mínima presencia de nubosidad, con 60% de AE
1989	Mayo	1	Lansat 5	4	
1990	Febrero	1	Lansat 5	4	
1999	Setiembre y octubre	2	Lansat 5	4	Mínima presencia de nubosidad, con 80% de AE
1999	Diciembre	1		4	Moderada concentración de nubosidad
2019	Mayo	1	Sentinel 2	13	
2020	Febrero	1	Sentinel 2	13	
2021	Julio	1	Sentinel 2	11	

2.2. Métodos para determinar el uso del suelo

2.2.1. Método Corine Land Cover

Con la finalidad de conocer los usos de suelo en diferentes momentos de ocupación del territorio se utilizó el método de Corine Land Cover. Para facilitar la fotointerpretación de la cobertura vegetal y del uso del suelo, en diferentes años, se emplearon el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) e imágenes de falso color para el cartografiado del área de estudio. Asimismo, para las coberturas complementarias se realizó una Clasificación No Supervisada. Por tanto, se obtuvieron los mapas de usos de suelo para los años 1986, 1998, 2007, 2013, 2019 y 2023 compuestos de unidades de cobertura y uso del suelo. Luego, se procedió el cálculo de sus estadísticas de cada

TABLA 2. Matriz de tabulación cruzada

Matriz de cambio cobertura y uso de suelo			Año B					
			Territorios artificializados	Territorios agrícolas	Bosques y áreas semi naturales	Áreas húmedas	Superficies de agua	
			1	2	3	4	5	
Año A	Territorios artificializados	10						
	Territorios agrícolas	20						
	Bosques y áreas semi naturales	30						
	Áreas húmedas	40						
	Superficies de agua	50						



una de las unidades con apoyo de una matriz de tabulación cruzada (Tabla 2). La mencionada información sobre usos de suelo y perfiles topografía del terreno sirvieron de insumos para llevar a cabo análisis multitemporal y determinar las dinámicas territoriales.

2.2.2. Método fisiográfico

De acuerdo con Villota (1997) citado en Serrano (2009) el análisis fisiográfico consiste en un método de interpretación de imágenes basados en la relación paisaje-suelo. Por tanto, se hizo un levantamiento ecológico que comprenda la integración de las geoformas, pendientes de terreno, suelos, coberturas y usos, teniendo como producto el mapa de unidades de paisaje (fisiográfico).

2.2.3. Método diacrónico

El análisis diacrónico permitió realizar la interpretación longitudinal (años 1986, 1998, 2007, 2013, 2019 y 2023) de las estructuras urbanas, permitiendo identificar las dinámicas territoriales en las Lomas de Paraíso, a través de los patrones de ocupación y asentamiento espacial (procesos de urbanización o morfología urbana). Por tanto, las coberturas y usos del suelo identificados tienen un fuerte componente morfológico.

3. Resultados

3.1. Fisiografía

El área de estudio es una muestra de las formas de ocupación de laderas con ecosistemas frágiles que están condicionados por su geología (litología), geomorfología (geoformas), así como la alta humedad ambiental sobre todo en los meses de junio, julio y agosto. Por esa razón, se ha empleado el método fisiográficas para señalar paisajes articulando los factores litológicos, geomorfológicos y morfométricos (pendientes de las geoformas) con los usos de suelo (construcción de caminos y viviendas en laderas y al pie de ellas). En consecuencia, se ha elaborado un mapa fisiográfico conformado por 7 unidades de paisaje para enlazar el componente geológico-geomorfológico con la ocupación y transformación (expansión urbana), basados en una relación espacial paisaje-suelo.

Terrazas aluviales

Comprende geoformas contiguas a antiguos cauces de quebradas se estima de edad del pleistoceno. Esas terrazas están muy inclinadas (12°-6°). Los mencionados cauces están moderadamente ondulados (6°-3°) actualmente son las principales avenidas de las áreas urbanas donde se localizan las viviendas más consolidadas, así como los principales servicios como, por ejemplo, mercado de abastos, centro médico, iglesia, ferreterías, entidades financieras, etc.



Laderas de roca intrusiva

El área de estudio se emplaza sobre el batolito de la costa, es decir roca intrusiva, en parte se pueden encontrar afloramientos de roca, por esa razón las pendientes pueden ser escarpadas (45° - 24°) o algo escarpado (24° - 12°). La alta meteorización de la roca en los sectores algo escarpado ha facilitado que la población pueda construir terrazas artificiales con viviendas.

Laderas de roca intrusiva disectada por cárcava

Comprenden laderas de roca intrusiva cortadas por cárcavas y afloramientos de roca. Tienen declives escarpadas (45° - 24°) en sus partes altas y algo escarpado (24° - 12°) al pie de laderas o en espacios con acumulación coluvial. La ocupación se dificulta por su topografía y declives por esa razón las viviendas se encuentran dispersas.

Montaña de roca intrusiva disectada por cárcavas

Las montañas son fisonomías con declives escarpados (45° - 24°), con laderas disectados densamente por cárcavas a manera de “bad lands”. También se caracterizan por estar poco alterados y las viviendas se encuentran dispersas.

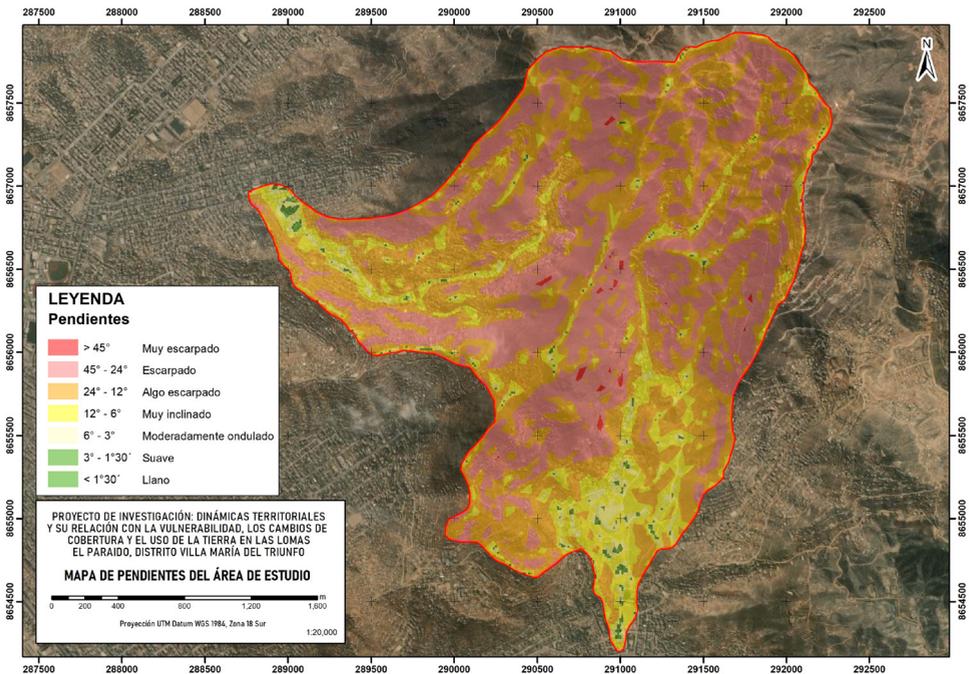


FIGURA 2. *Mapa Fisiográfico*



Colina de roca intrusiva

Son geoformas de poca altura con cimas redondeadas, en su parte alta los declives son escarpadas, mientras que en su base tienen laderas con pendiente muy inclinada de 12°-6° que han sido densamente ocupado con viviendas.

Colina de roca intrusiva disectada

Se trata de colina niveladas y tienen declives muy inclinados (12°-6°), por esa razón, dichos espacios se encuentran densamente poblados con viviendas.

Loma de roca intrusiva

Se trata de fisonomías alargadas con laderas de declives algo escarpadas (24°-12°), la alta meteorización de la roca ha favorecido una densa ocupación de esos espacios con viviendas mediante la construcción de terrazas artificiales.

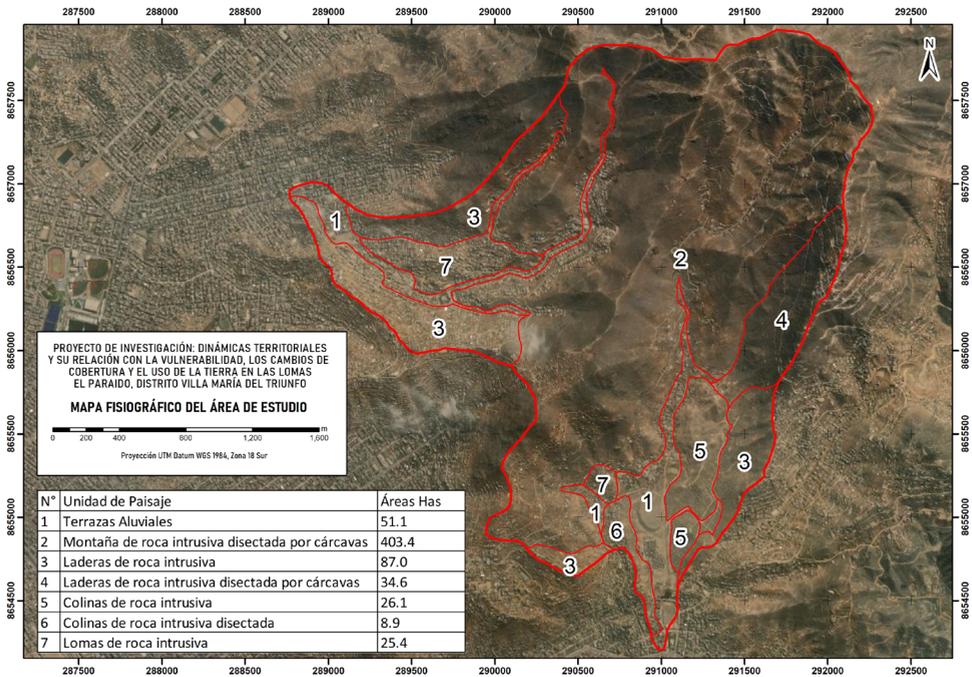


FIGURA 3. Mapa de Pendientes

3.2 Cambios de cobertura y uso del suelo

El fenómeno global de urbanización tiene características muy peculiares en la zona Sur de Lima Metropolitana (distrito de Villa María del Triunfo) al estar muy relacionado con su fisiografía. Particularmente, en las laderas con ecosistemas de lomas, es decir



fisonomías caracterizados por contar con una vegetación temporal debido a su alta humedad que ocurre en los meses de junio, julio y agosto. Los referidos espacios han sido alterados por la población debido a su necesidad de contar con una vivienda propia.

Para delinear las unidades de usos de suelo en una cartografía, para el área de estudio, se empleó la clasificación Corine Land Cover. Al aplicar la mencionada clasificación se llegó hasta el nivel 4 de detalle. De esa manera se encontró los cambios de cobertura y uso del suelo. Estas unidades de uso del suelo se agrupan en dos grandes unidades de uso: áreas artificializadas y áreas seminaturales.

Tabla 3. Unidades de uso del suelo

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano continuo compacto	Tuc
			Tejido urbano con vivienda aislada	Tva
		Tejido urbano discontinuo	Estructura urbana en bloques o alineación vía	EuV
			Urbanización discontinua con vivienda aislada	Uva
			Zonas discontinuas periurbana	Zdp
			Cementerio	Ce
	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Instalaciones recreativas	Reservorio urbano	R
			Instalaciones deportivas	Ir
		Zonas verdes urbana	Parques y áreas verdes	Zuv
			Vías y terrenos asociados	Vta
Zonas económicas o redes de comunicación	Zonas económicas o redes de comunicación			
Áreas seminaturales	Áreas abiertas sin o poca vegetación	Tierras desnudas o degradadas	Tierras desnudas	Td
	Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo	Vegetación herbazal	Vegetación de lomas costeras	Lc

Las áreas artificializadas están caracterizadas por presentar un conjunto de morfologías, así como equipamientos y componentes urbanos, como el caso de vías, instalaciones deportivas, reservorio, cementerio, parques o áreas verdes. Si bien, la morfología urbana comprende componentes y equipamientos, para el caso del área de estudio se los ha tratado de forma individual, debido a su importancia e influencia en los procesos de expansión o crecimiento urbano.

Cabe mencionar el caso del cementerio de Villa María del Triunfo que para el año 1986 estaba rodeado por tierras desnudas se encontraba próximo a un conjunto de



viviendas aisladas. A medida que el espacio del cementerio se ampliaba, más personas tenían el conocimiento de su existencia y de las áreas eriazas circundantes, porque lo que esas áreas con el tiempo se fueron ocupando y a su vez se ampliaban las vías que conectaban la zona urbana central con las áreas urbanas dispersas.

La ampliación de las vías incidió en el emplazamiento de zonas discontinuas periurbanas y la consolidación urbana en esos espacios (mayor edificación) lo que condujo a la necesidad de ampliar y mejorar las vías de acceso. Esa mejora en la accesibilidad trajo consigo la aparición de nuevos asentamientos (ampliación de la trama urbana), generando un círculo vicioso. Por lo que, en el área de estudio los cambios de cobertura y uso del suelo, se desarrolló bajo el modelo de crecimiento urbano tentacular.

De otra parte, las áreas seminaturales donde la reducción del área de vegetación de loma costera generaba el aumento de las superficies de tierras desnudas. La ampliación de las tierras desnudas se debe a dos factores, por un lado, la erosión y sedimentación, y, por otro lado, los procesos antrópicos de ocupación. En un inicio la población aprovechaba la disposición de las tierras desnudas para lotizar y posteriormente edificar su vivienda. A medida que se asentaban sobre las tierras desnudas, ocasionaba la ampliación de los asentamientos, asimismo, para llevar a cabo esa ampliación la población realiza trabajos de modelado de terreno para el emplazamiento de las viviendas, ocasionando mayores áreas de tierras desnudas.

En ese sentido, las formas de ocupación en el área de estudio se dan por dos modelos de crecimiento urbano incidiendo en la reducción del área de vegetación de lomas, por un lado, el crecimiento urbano tentacular, y, por otro lado, el crecimiento urbano de salto de rana, caracterizado por presentar núcleos urbanos aislados como el caso de las zonas discontinuas periurbanas. Estas formas de ocupación son resultado de los efectos de los procesos de parcelación-urbanización-edificación y parcelación-edificación, basados en una relación morfología-infraestructura (equipamientos)-tipología y morfología-tipología respectivamente.

Hay que entender por parcelación a la morfología de estructura de ocupación y apropiación del suelo no urbanizable, es decir, a las formas de lotización que se dan en espacios de laderas y terrazas aluviales. Mientras que la urbanización hace referencia a la infraestructura de la estructura de distribución de los servicios y equipamientos urbanos, así como, por edificación a los tipos o tipología de la estructura de construcción de los edificios o viviendas.

En ese sentido, se puede indicar el interfluvio donde yace la quebrada El Paraíso los cambios de cobertura y uso del suelo se deba a un proceso de parcelación-urbanización-edificación principalmente en las terrazas aluviales, por lo que se puede apreciar reservorios, parques y áreas verdes, pero en las laderas. Por esas razones, el proceso de ocupación se da mediante relación parcelación-edificación, el mismo proceso ocurre en otros interfluvios (vertientes).

El área de estudio en su inicio estaba centrada en determinar la cobertura de vegetación de lomas, la cual se fue reduciendo a medida que se emplazaba el cementerio y



las zonas discontinuas periurbanas. Como se señaló anteriormente, se debió a la ampliación de las vías y terrenos asociados (accesos), mientras que los procesos erosivos y antrópicos originaban y ampliaban la unidad de tierras desnudas. Sobre esta unidad la población inicio trabajos para el emplazamiento de zonas discontinuas periurbanas, reservorios, instalaciones deportivas, ampliación de la red vial, parques y áreas verdes. A medida que los procesos de consolidación urbana (mayor edificación) afloraban, las zonas discontinuas periurbanas evolucionaban, en urbanizaciones discontinuas consolidadas y tejidos urbanos compactos.

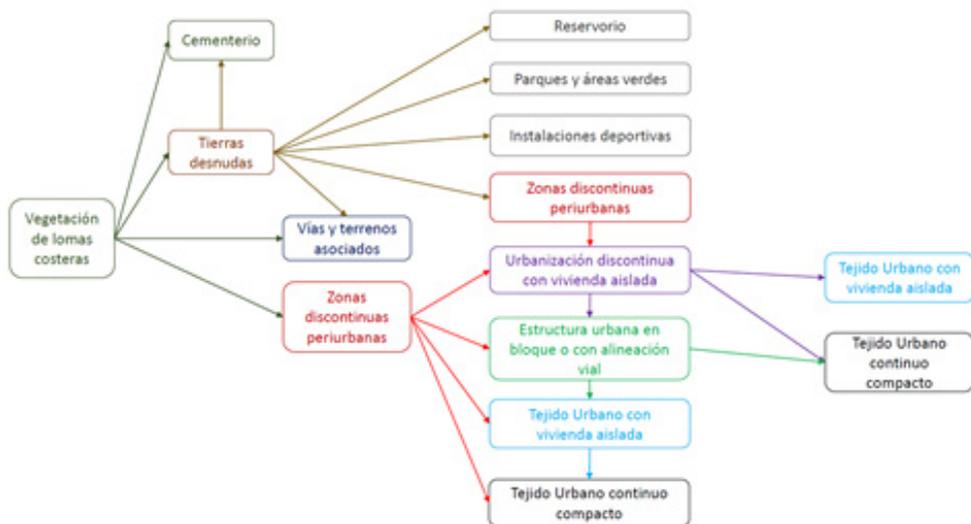


FIGURA 4. Proceso evolutivo de los cambios de cobertura y uso de suelo

En la figura 4 podemos observar que el área de estudio inicialmente se encontraba en su totalidad el ecosistema de lomas y una menor proporción el cementerio. Debido a los procesos de ocupación informal, se fueron transformando el área de lomas, dando paso a la cobertura de tierras desnudas. Es así que, sobre estas coberturas se inicio un proceso de cambio cobertura y uso de suelo. A medida que las ocupaciones se consolidaban, la morfología urbana se transformaba. Pasando de unas viviendas dispersas (zonas periurbanas discontinuas) a conglomerados (tejido urbano continuo).

3.2 Descripción de la clasificación de unidades urbanas

Las formas de crecimiento urbano tentacular y de salto de rana, se han dado sobre laderas de roca intrusiva y terrazas aluviales principalmente, basados en la relación parcelación-urbanización-edificación y parcelación-edificación, los cuales han incidido en la reducción del área de vegetación de lomas, definiendo las siguientes morfologías urbanas:



Tejido urbano continuo compacto (Tuc)

Estructura urbana caracterizado por un alto nivel de consolidación urbana, es decir, hay una mayor edificación cubierto por redes de transporte, equipamientos y componentes urbanos. Esta unidad se encuentra emplazado sobre geoformas de terrazas aluviales, y se ha expandido hacia las laderas de loma principalmente en la quebrada Paraíso.

Tejido urbano continuo con vivienda aislada (Tva)

Unidades próximas al tejido continuo urbano compacto, cubierto por estructuras urbanas y redes de transporte de menor consolidación, dispuestas sobre laderas de roca intrusiva moderadamente inclinadas. Posee una edificación predominante de viviendas de un piso, con mínimas áreas de aporte, para los equipamientos, pero mantienen una tendencia para convertirse en un tejido urbano compacto.

Estructura urbana en bloques o con alineación vial (Euv)

Conjunto de viviendas edificadas en bloques o con alineación al vial con o sin espacios verdes asociados, esta forma de urbanización se originó a medida que la red vial ampliaba y mejoraba, se puede decir que ha seguido un patrón de urbanización lineal. Esta unidad urbana se ha emplazado principalmente en las geoformas de terrazas aluviales, y en laderas medias a través de su nivelado.

Urbanización discontinua con vivienda aislada (Uva)

Áreas en proceso de ensanchamiento y consolidación urbana, localizados sobre laderas de roca intrusiva e intercalados con tierras desnudas. Estas urbanizaciones representan áreas de primera y segunda residencia a las afueras del núcleo urbano.

Zonas discontinuas periurbanas (Zdp)

Son unidades urbanas caracterizados por poseer mínimos o carecen de suficientes equipamientos urbanos, por lo general presentan edificaciones de material precario, y son unidades que hacen alusiones a las recientes ocupaciones, poseen un grado de consolidación mínima.

3.3 Análisis de los cambios de cobertura y usos de suelo

Los años que han sido considerados para evaluar los cambios de cobertura y usos de suelo fueron 1986, 1998, 2007, 2019 y 2023, acompañados de un mapa para cada uno de ellos. El año 1986 es el año cero porque el área de estudio contaba con un ecosistema de lomas costera poco perturbada. El año 1998 se consolida un núcleo de viviendas expandiéndose de manera tentacular siguiendo el fondo de quebradas y cárcavas que tenían bajos niveles de erosión. El año 2007, la expansión urbana hacia las laderas es mucho más intensa mientras que para el año 2019 se detuvo la expansión periurbana de espacios considerados en el D.S. N° 011-2019-MINAM que establece el Área de Conservación Regional Sistema de Lomas de Lima. Mientras que el año 2023 se considera parte final del periodo de la mencionada evaluación.

A continuación, se presenta una cuantificación de los cambios de cobertura y usos de suelo para cada uno de los citados años:



Año 1986

Tabla 4. Usos de suelo

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo	Área Has	Porcentaje
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Cementerio	Ce	5.56	0.87
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano continuo compacto	Tuc	8.58	1.35
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano con vivienda aislada	Tva	0.88	0.14
Áreas seminaturales	Áreas abiertas sin o poca vegetación	Tierras desnudas o degradadas	Tierras desnudas	Td	88.10	13.84
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Urbanización discontinuo con vivienda aislada	Uva	2.44	0.38
Áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo	Vegetación herbazal	Vegetación de lomas costeras	Tc	526.97	82.81
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Zonas discontinuas periurbana	Zdp	3.87	0.61
Total					636.39	100.00

Para el año 1986 las áreas con vegetación herbáceo o arbustivo (vegetación de lomas costeras) eran 83.95%, es decir predominaban los espacios naturales, sin embargo, se iniciaba el desarrollo de las zonas urbanizadas destacando el cementerio, donde el área urbana representaba el 2.48%.

Año 1998

Tabla 4. Usos de suelo

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo	Área Has	Porcentaje
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano continuo compacto	Tuc	12.72	2.00
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano con vivienda aislada	Tva	2.67	0.42
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Cementerio	Ce	18.98	2.98
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Urbanización discontinua con vivienda aislada	Uva	22.45	3.53
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Zonas discontinuas periurbanas	Zdp	9.52	1.50



Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Instalaciones recreativas	Instalaciones deportivas	Ir	1.21	0.19
Áreas seminaturales	Áreas abiertas sin o poca vegetación	Tierras desnudas o degradadas	Tierras desnudas	Td	79.85	12.55
Áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo	Vegetación herbazal	Vegetación de lomas costeras	Lc	488.98	76.84
Total					636.39	100.00

En el año 1998 las áreas con vegetación herbáceo o arbustivo tienen un 77.52% (vegetación de lomas costeras), es decir se inicia en esta etapa una reducción sustancial de la vegetación natural a causas de los espacios artificializados y tierras desnudas. El área urbana ascendió a un 7.63%.

Año 2007

Tabla 5. Usos de suelo

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo	Área Has	Porcentaje
Áreas artificializadas	Zonas económicas o redes de comunicación	Zonas económicas o redes de comunicación	Vías y terrenos asociados	Vta	8.17	1.28
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano continuo compacto	Tuc	17.73	2.79
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano con vivienda aislada	Tva	14.72	2.31
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Cementerio	Ce	24.92	3.92
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Estructura urbana en bloques o con alineación vía	Euv	38.18	6.00
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Urbanización discontinua con vivienda aislada	Uva	37.47	5.89
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Zonas discontinuas periurbanas	Zdp	3.18	0.50
Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Instalaciones recreativas	Instalaciones deportivas	Ir	1.61	0.25
Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Zonas verdes urbanas	Parques y áreas verdes	Zuv	0.05	0.01



Áreas seminaturales	Zonas abiertas sin o poca vegetación	Zonas desnudas o degradadas	Tierras desnudas	Td	49.35	7.75
Áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo	Vegetación herbazal	Vegetación de lomas costeras	Lc	441.02	69.30
Total					636.39	100.00

Para el año 2007 las áreas con vegetación herbáceo o arbustivo (vegetación de lomas costeras) disminuyó al 69.30% y las tierras desnudas llegó a 7.75%, es decir, el aumento de la intervención del área de estudio es sustancial, mientras que el área urbana ascendió a un 20.63%.

Año 2013

Tabla 6. Usos de suelo

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo	Área Has	Porcentaje
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Cementerio	Ce	27.51	4.32
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Estructura urbana en bloques o con alineación vía	Euv	26.80	4.21
Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Instalaciones recreativas	Instalaciones deportivas	Ir	2.69	0.42
Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Zonas verdes urbanas	Parques y áreas verdes	Zuv	0.30	0.05
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Reservorio urbano	R	0.10	0.02
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano continuo compacto	Tuc	50.30	7.90
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano con vivienda aislada	Tva	26.17	4.11
Áreas seminaturales	Zonas abiertas sin o poca vegetación	Zonas desnudas o degradadas	Tierras desnudas	Td	56.55	8.89
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Urbanización discontinua con vivienda aislada	Uva	10.13	1.59
Áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo	Vegetación herbazal	Vegetación de lomas costeras	Lc	395.96	62.22



Áreas artificializadas	Zonas económicas o redes de comunicación	Zonas económicas o redes de comunicación	Vías y terrenos asociados Vegetación de lomas costeras	Vta	16.74	2.63
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Zonas discontinuas periurbanas	Zdp	23.13	3.63
Total					636.39	100.00

Con relación al año 2013 las áreas con vegetación herbáceo o arbustivo (vegetación de las lomas costeras) llegó a 62.22% y las tierras desnudas con 8.89% indican que las áreas naturales continúan disminuyendo, mientras que el área urbana ascendió a 24.57% (sin considerar al cementerio).

Año 2019

Tabla 7. Usos de suelo

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo	Área Has	Porcentaje
Áreas artificializadas	Zonas económicas o redes de comunicación	Zonas económicas o redes de comunicación	Vías y terrenos asociados	Vta	26.50	4.16
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano continuo compacto	Tuc	56.83	8.93
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano con vivienda aislada	Tva	37.24	5.85
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Cementerio	Ce	31.52	4.95
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Estructura urbana en bloques o con alineación vía	Euv	47.41	7.45
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Reservorio urbano	R	0.10	0.02
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Urbanización discontinua con vivienda aislada	Uva	26.25	4.12
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Zonas discontinuas periurbanas	Zdp	0.78	0.12
Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Instalaciones recreativas	Instalaciones deportivas	Ir	2.69	0.42
Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Zonas verdes urbanas	Parques y áreas verdes	Zuv	0.79	0.12
Áreas seminaturales	Zonas abiertas sin o poca vegetación	Tierras desnudas o degradadas	Tierras desnudas	Td	65.70	10.32



Áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo	Vegetación herbazal	Vegetación de lomas costeras	Lc	340.56	53.51
Total					636.39	100.00

En el año 2019 las Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo (vegetación de lomas costeras) bajaron al 53.51% y las Tierras desnudas llegaron al 10.32%, es decir ocurre una fuerte degradación del ecosistema de lomas costeras. En cambio, las áreas urbanas se expandieron a un 31.21% (sin considerar al cementerio).

Año 2023

Tabla 8. Usos de suelo

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo	Área Has	Porcentaje
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Cementerio	Ce	34.35	5.4
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Estructura urbana en bloques o con alineación vía	Euv	51.75	8.13
Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Instalaciones recreativas	Instalaciones deportivas	Ir	2.69	0.42
Áreas artificializadas	Zonas verdes artificializadas no agrícolas	Zonas verdes urbanas	Parques y áreas verdes	Zuv	1.06	0.17
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Reservorio urbano	R	0.10	0.02
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano continuo compacto	Tuc	57.60	9.05
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Tejido urbano con vivienda aislada	Tva	42.13	6.62
Áreas seminaturales	Áreas abiertas sin o poca vegetación	Tierras desnudas o degradadas	Tierras desnudas	Td	138.05	21.69
Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Urbanización discontinua con vivienda aislada	Uva	27.90	4.38
Áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo	Vegetación herbazal	Vegetación de lomas costeras	Lc	252.71	39.71
Áreas artificializadas	Zonas económicas o redes de comunicación	Zonas económicas o redes de comunicación	Vías y terrenos asociados	Vta	26.93	4.23



Áreas artificializadas	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Zonas discontinuas periurbanas	Zdp	1.11	0.17
Total					636.39	100.00

En el año 2023 las Áreas con vegetación herbáceo o arbustivo (vegetación de Lomas costeras) se redujo hasta el 39.71% y las Tierras desnudas aumentaron al 21.69%. En ese sentido, el área de estudio tiene un ecosistema de lomas costeras muy alteradas y fragmentadas. Para este año el área urbana ocupa el 33.20% del área de estudio.

4. Discusión de resultados

Las dinámicas territoriales están dadas por las acciones económicas y los movimientos demográficos en una zona geográfica determinada, y su incidencia directa en las características territoriales, culturales y el hábitat de la comunidad allí asentada (Lainez 2012, citado en Calsin, 2020). Al respecto, las dinámicas territoriales en el área de estudio están dados por los cambios de cobertura y uso suelo cartografiados. Pues, los cambios de cobertura y usos del suelo, son procesos espaciales que siguen un comportamiento estocástico y son el resultado de interacciones complejas entre elementos físicos, biológicos y sociales (Nené et al, 2016). En ese sentido, estas dinámicas vienen transformante el paisaje de lomas costeras y configurándolo a través de los cambios de cobertura y uso de suelo, dados por dos procesos de expansión y consolidación urbana, por un lado, un crecimiento urbano urbano tentacular y, por otro, un crecimiento de salto de rana, dados sobre laderas de roca intrusiva y terrazas aluviales, basados en la relación parcelación-urbanización-edificación y parcelación-edificación, los cuales han incidido en la reducción del área de vegetación de lomas. Identificándose en el área estudio 43 coberturas y usos de suelo que han sufrido alteración. Donde las principales coberturas que han sufrido alguna modificación están dadas por tierras desnudas y lomas costeras.

TABLA 9. Matriz de Cambios de cobertura en hectáreas según periodos de análisis

Cambios de uso del suelo	Periodos de Análisis en Hectáreas					Total (Ha)
	1986-1998	1998-2007	2007-2013	2013-2019	2019-2023	
Tuc - Vta		0.809	0.162			0.971
Tva - Tuc		2.439	10.822	5.468		18.729
Tva - Vta		0.169	0.437			0.606
Tva - Zuv		0.013				0.013
Euv - Tuc			11.049			11.049
Euv - Tva			3.484	0.491		3.975



Euv - Vta			0.724			0.724
Uva - Tuc	0.542	3.537	8.933			13.013
Uva - Tva		4.570	11.075	7.249		22.894
Uva - Euv		3.943	4.385			8.327
Uva - Vta		1.094	0.603			1.697
Zdp - Tva			1.698			1.698
Zdp - Tva				0.352		0.352
Zdp - Euv		5.097	0.445	2.364		7.906
Zdp - Uva	2.545	2.792	0.965	15.833		22.134
Zdp - Vta		0.787	0.008	0.408		1.203
Vta - Tuc			0.004			0.004
Vta - Euv			0.001			0.001
Ce - Euv		0.002	0.091			0.093
Ce - Vta		0.626	0.123	0.072		0.821
Ir - Vta		0.000	0.001			0.001
Zuv - Euv					0.097	0.097
Td - Tuc	2.918	0.413	1.146	0.950	0.082	5.509
Td - Tva	1.745	1.023	0.553	2.726	1.882	7.929
Td - Euv		12.982	1.270	5.295	1.597	21.144
Td - Uva	12.708	18.670	0.225	5.874	1.651	39.129
Td - Zdp	4.677	2.578	14.003			21.258
Td - Vta		3.437	1.789	1.853	0.303	7.382
Td - Ce	13.469	3.978	1.250	2.358	1.837	22.891
Td - Ir	1.262	0.831	0.347			2.440
Td - Zuv		0.037	0.253	0.394		0.684
Td - R			0.006			0.006
Lc - Tuc	0.252	0.009	0.242	0.105	0.697	1.304
Lc - Tva		7.530	9.192	5.726	3.000	25.448
Lc - Euv		10.643	6.787	9.855	2.644	29.929
Lc - Uva	3.858	4.438	0.330	1.115		9.741
Lc - Zdp	3.677	3.151	1.881	0.785	0.324	9.818
Lc - Vta		1.299	4.722	7.384	0.130	13.536
Lc - Ce	0.353	2.348	2.006	1.725	0.994	7.426
Lc - Ir		0.255				0.255
Lc - Zuv				0.097	0.359	0.456
Lc - R			0.098			0.098
Lc - Td	32.780	16.770	25.113	29.288	79.544	183.495



En base a la tabla 9 podemos evidenciar que las coberturas que mayores cambios han sufrido son las tierras desnudas y lomas costeras, en cada uno de los periodos analizados 183. 50 ha han sido modificados de lomas costeras a tierras desnudas (Lc-Td), 39.129 has corresponde al cambio de cobertura de tierras desnudas a urbanización discontinuo con vivienda aislada (Td-Uva), seguido por 29.93 has de lomas costeras a Estructura urbana en bloques o con alineación vial (Lc-Euv), el cual solo comprende 4 periodos. La mayor área de cambios de cobertura se dio en el periodo 2007-2013, ello se debe que para el 2011 se culminó la construcción del tren eléctrico en la zona sur, lo que ha permitido mayor afluencia de personal a la zona sur, y especial las zonas de lomas sean más atractivas de ser ocupadas, el cual ha desencadenado en sus cambios de cobertura.

4.1 Fisiografía y cambios de uso de suelo.

Con la finalidad de analizar desde la dimensión ambiental se ha relacionado el relieve con los cambios de cobertura y usos de suelos, se ha interceptado el Mapa Fisiográfico con el Mapa de Usos de suelo – año 2023. Se ha encontrado que las terrazas aluviales son las unidades de paisaje que más relación tiene con el tejido urbano compacto, es decir, las primeras que fueron ocupadas y transformadas correspondiendo a espacios urbanos y periurbanos más consolidados. Sin embargo, espacios de laderas de roca intrusiva también están relacionados con el tejido urbano compacto. Las tierras desnudas están más relacionadas con las colinas y montañas debido a que corresponden a espacios de tejido urbano discontinuo como zonas de estructura urbana en bloques o alineación vía, urbanización discontinua con vivienda aislada, con discontinua urbana, cementerio, entre otros. Las montañas de roca intrusiva disectada con cárcavas presentan heterogeneidad de usos de suelo, destacando los espacios naturales de lomas costeras, tierras desnudas, terreno urbano con vivienda aislada, estructura urbana en bloques, entre otros.

4.2 Recientes cambios de cobertura y uso de suelo

En los últimos 4 años que comprende el periodo del confinamiento de la población por la Pandemia del COVID-19 se han incrementados los cambios de uso de suelo, para este fin se ha preparado la tabla 10. En el cual se evidencia que para el periodo 2019-2023: 15 cambios de cobertura y uso del suelo, donde la cobertura que mayores cambios han sufrido está dada por lomas costeras y tierras desnudas, dando lugar a las morfologías urbanas y áreas asociadas, con lo cual, si no hay una intervención con fines de conservación del ecosistema, el ámbito urbano se expandirá exponencialmente.



TABLA 10. Matriz de Tabulación cruzada años 2019-2023

Estado de cambio de uso del suelo	Cambios de Cobertura y Usos de suelo	Área en Has	Porcentaje
Sin cambio	Tuc - Tuc	56,83	8,93
Sin cambio	Tva -Tva	37,24	5,85
Sin cambio	Euv - Euv	47,41	7,45
Sin cambio	Uva - Uva	26,25	4,12
Sin cambio	Zdp - Zdp	0,78	0,12
Sin cambio	Vta -Vta	26,50	4,16
Sin cambio	Ce - Ce	31,52	4,95
Sin cambio	Ir -Ir	2,69	0,42
Cambio de uso	Zuv - Euv	0,10	0,02
Sin cambio	Zuv - Zuv	0,70	0,11
Sin cambio	R - R	0,10	0,02
Cambio de uso	Td - Tuc	0,08	0,01
Cambio de uso	Td - Tva	1,88	0,30
Cambio de uso	Td - Euv	1,60	0,25
Cambio de uso	Td - Uva	1,65	0,26
Cambio de uso	Td - Vta	0,30	0,05
Cambio de uso	Td - Ce	1,84	0,29
Sin cambio	Td - Td	58,51	9,19
Cambio de uso	Lc - Tuc	0,70	0,11
Cambio de uso	Lc - Tva	3,00	0,47
Cambio de uso	Lc - Euv	2,64	0,42
Cambio de uso	Lc - Zdp	0,32	0,05
Cambio de uso	Lc - Vta	0,13	0,02
Cambio de uso	Lc - Ce	0,99	0,16
Cambio de uso	Lc - Zuv	0,36	0,06
Cambio de uso	Lc - Td	79,54	12,50
Sin cambio	Lc - Lc	252,71	39,71
TOTAL		636,39	100,00

Asimismo, revisando la tabla se puede señalar que las lomas costeras (Lc) se quedaron con el 39.71% de cobertura en el área de estudio considerando como año cero 1986. Asimismo, los espacios de lomas costeras que se convirtieron en tierras desnudas (Td) llegaron al 12.50%. Cabe agregar, que las áreas de tejido urbano continuo compacto (Tuc) alcanzaron el 8.93%, el tejido urbano con vivienda aislada (Tuc) obtuvo el 5.85% y la estructura urbana en bloques o alineación vía (Euv) el 7.45%. En los anexos se acompaña los mapas de cobertura y cambios de uso de suelo de 1989, 2019 y 2023, así como fotografías del área de estudio.



Conclusiones

El ecosistema de Lomas de Paraíso es un sector de las Lomas de Villa María (ubicada en la zona sur de Lima Metropolitana) que ha sufrido una intensa transformación mediante procesos de expansión urbana. Es una muestra de cambios de cobertura y usos de suelo a costas de un ecosistema frágil y un reflejo de una falta de planificación territorial.

La aplicación de los sistemas de información geográfica resultó fundamental para desarrollar un análisis multitemporal y cuantificar mediante tablas la dinámica de los mencionados cambios de uso de suelo.

La aplicación del método del paisaje desde una mirada de la geografía física fue otro componente empleado para analizar el espacio relacionando el relieve con los usos de suelo.

Los resultados indican que el ecosistema de lomas costeras se ha venido ocupando y transformando, de manera significativa, desde el año 1986 y que tuvo un punto de quiebre en el año 2019 cuando se estableció el Área de Conservación Regional Sistemas de Lomas de Lima. Situación que detuvo el proceso de ocupación del ecosistema en el área considerada, sin embargo, este quedó fragmentada por esa razón no está considerada como ecosistema frágil.

Las dinámicas territoriales en el área de estudio están dadas por los 43 cambios de cobertura y uso del suelo identificados. Los cuales han sido resultado de dos patrones de crecimiento urbano, por un lado, un crecimiento urbano urbano tentacular y, por otro, un crecimiento de salto de rana, dados sobre laderas de roca intrusiva y terrazas aluviales, basados en la relación parcelación-urbanización-edificación y parcelación – edificación, los cuales han incidido en la reducción del área de vegetación de lomas. Por tanto, las dinámicas territoriales están expresadas en los cambios y la transformación del paisaje del área de estudio, por medio de los cambios de cobertura y uso del suelo.

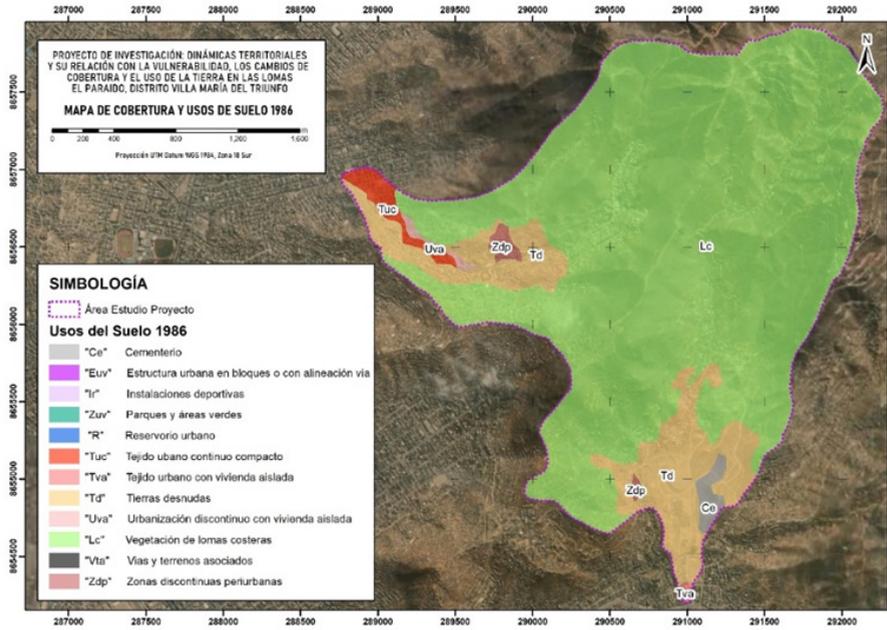


Referencias bibliográficas

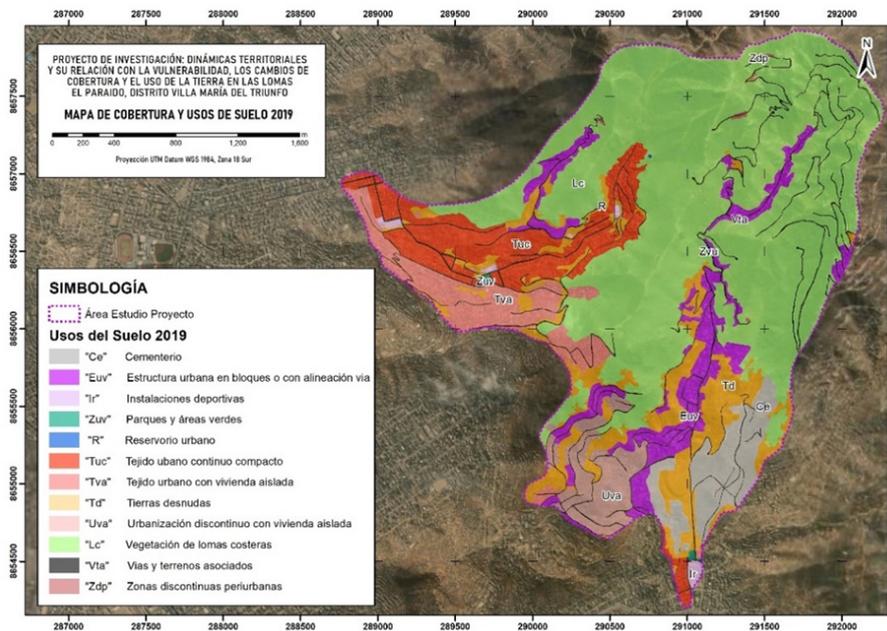
- APEDJINOU, K. (2019). *Impacto del crecimiento urbano en la alteración y degradación del ecosistema de Lomas de Villa María del Triunfo* [Tesis de posgrado. Universidad Ricardo Palma]. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2863>
- BRACK, A. y C. MENDIOLA (2005). *Ecorregiones y ecosistemas del Perú*. Editorial Bruño.
- CALSIN, F. (2020). *Las dinámicas territoriales y su impacto en las redes de ciudades intermedias*. Instituto Latinoamericano de Altos Estudios - Colombia. <https://libroselectronicos.ilae.edu.co/index.php/ilae/catalog/book/397>
- ALONSO QUISPE, C. A. y R. J. SOLÓRZANO (2021). Problemática socioambiental de las lomas costeras de Lima: una revisión. *Social Innova Sciences*, 2(2), 18-28. <https://doi.org/10.58720/sis.v2i2.50>
- GARCÍA, R., J. MIYASHIRO, C. OREJON, y F. PIZARRO (2014). *Crecimiento urbano, cambio climático y ecosistemas frágiles: el caso de las lomas de Villa María del Triunfo en Lima Sur*. DESCO.
- MIYASIRO, M. y M. ORTIZ (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)* [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5281>
- NENE, A., G. GONZALES, M. EDUARDO y F. SILVA (2016). Cambio de cobertura y uso de suelo en cuencas tropicales costeras del Pacífico central mexicano. *Investigaciones Geográficas*. Instituto de Geografía, UNAM. <https://doi.org/10.14350/rig.56770>
- SERRANO, P. (2009). *Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Colombia.
- QUINTANILLA, W. (2019). *Impacto demográfico sobre la comunidad vegetativa de las Lomas Paraíso de Villa María del Triunfo y su propuesta para la conservación del ecosistema* [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. <https://repositorio.untels.edu.pe/xmlui/handle/123456789/790>



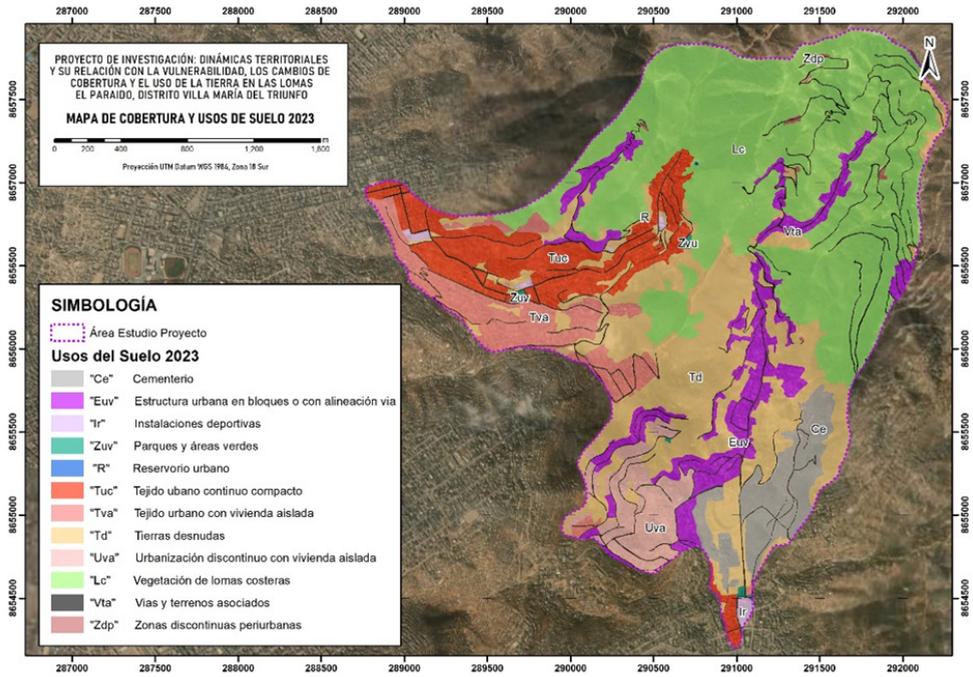
Anexos



Anexo 1. Mapa Cobertura y uso de suelo 1986



Anexo 2. Mapa Cobertura y uso de suelo 2019



Anexo 3. Mapa Cobertura y uso de suelo 2023



Anexo 4. Fotografías



FOTOGRAFÍA 1. *Colinas con vegetación de “lomas”*



FOTOGRAFÍA 2. *Colinas de roca intrusiva disectada por cárcavas y viviendas sobre laderas.*