

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**



**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**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO DE  
BACHILLER EN ARQUITECTURA**

**AUTOR**

Andrea Luisa Avendaño Cotrina

**CÓDIGO**

20153175

**ASESOR:**

Marta Rosa Vilela Malpartida

Graciela del Carmen Fernandez de Cordova Gutierrez

Lima, diciembre, 2020

## I.- RESUMEN

Las lomas costeras son reconocidas como un ecosistema natural y frágil que se ha visto amenazado debido a la masiva expansión urbana. Sin embargo, este sistema aporta una serie de beneficios que contribuyen al bienestar humano conocidos como servicios ecosistémicos.

La presente investigación aborda la importancia de una correcta gestión de los recursos naturales, y su capacidad para la formación de espacios públicos, de modo que estos puedan configurarse como zonas de amortiguamiento ante la continua ocupación urbana. Así, se plantea una metodología de ponderación entre variables y, seguido a ello, su superposición en mapas, lo cual permite analizar y evaluar los servicios ecosistémicos según el beneficio brindado, aportando así una nueva forma de medir su influencia en los criterios de diseño a usar.

Se tomará como caso de estudio las lomas de Villa María del Triunfo debido a la presencia de los espacios intersticiales. Estos constituyen espacios vacíos con altas probabilidades de ocupación; sin embargo, podrían funcionar como zonas de amortiguamiento para limitar las nuevas urbanizaciones.

Finalmente, se concluye que los servicios ecosistémicos no puede ser elementos de diseño por si solos, si no que necesitan de ciertas variables, como el confort y la accesibilidad para generar espacios de calidad humana.

**Título:**

Valoración de los servicios ecosistémicos de lomas costeras en los criterios de diseño del espacio público en zonas de amortiguamiento.

Estudio de caso: Lomas El paraíso, Villa maría del Triunfo.

**Tema:**

La conservación del ecosistema de lomas costeras a través del espacio público, situado en una franja de amortiguamiento, que incorpora los servicios ecosistémicos en los criterios de diseño

**Problema:**

Los servicios ecosistémicos de suministro, regulación y los culturales de lomas costeras promueve e impacta positivamente en la creación del espacio público en zona de amortiguamiento como espacio integrador entre el sistema urbano no consolidado, generador de espacios intersticiales que pone en riesgo el ecosistema frágil de Lomas.

**Palabras clave:**

Lomas Costeras, Servicios ecosistémicos, Servicio de suministro, Servicio de regulación, Servicios culturales, Espacios intersticiales Revalorización, Espacio público, Zona de amortiguamiento.

### Estado de la cuestión:

Las lomas costeras de Lima ocupan 20,000 hectáreas distribuidas en los diecisiete (17) distritos, y conforman un ecosistema natural en base a las características geográficas propias de la capital; este sistema de lomas tiene un carácter estacional y genera un cambio de paradigma en el imaginario peruano en cuanto al paisaje desértico de Lima. Sin embargo, las lomas se han visto continuamente amenazadas por la desenfrenada expansión urbana, a partir del incremento de las migraciones internas y la escasez de planeamientos urbanos que soporten tal movilización. Movidas ilegales como el tráfico de terrenos o, en varios casos, la necesidad del habitar supera toda reflexión respecto al cuidado del ecosistema natural; se comienza a formar la periferia de Lima, asentada en las quebradas de pendiente pronunciadas hasta llegar a las cotas más altas de los cerros. Esto ha ocasionado la fragmentación del ecosistema, cuyo potencial paisajístico de intercambio e interrelaciones de flora y fauna ha quedado limitado a ciertas áreas que aún no han sido lotizadas o intervenidas por el ser humano. A diferencia de los recursos naturales, entendidos como elementos y fuerzas de la naturaleza que el hombre utiliza para su existencia; los servicios ecosistémicos representan, según Constanza (1997), los beneficios que la población humana obtiene, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas. Se entabla una relación de dependencia entre las dinámicas de los ecosistemas naturales y el bienestar humano, de modo que, se vuelve necesario una correcta gestión de los recursos naturales. (ver figura 1).

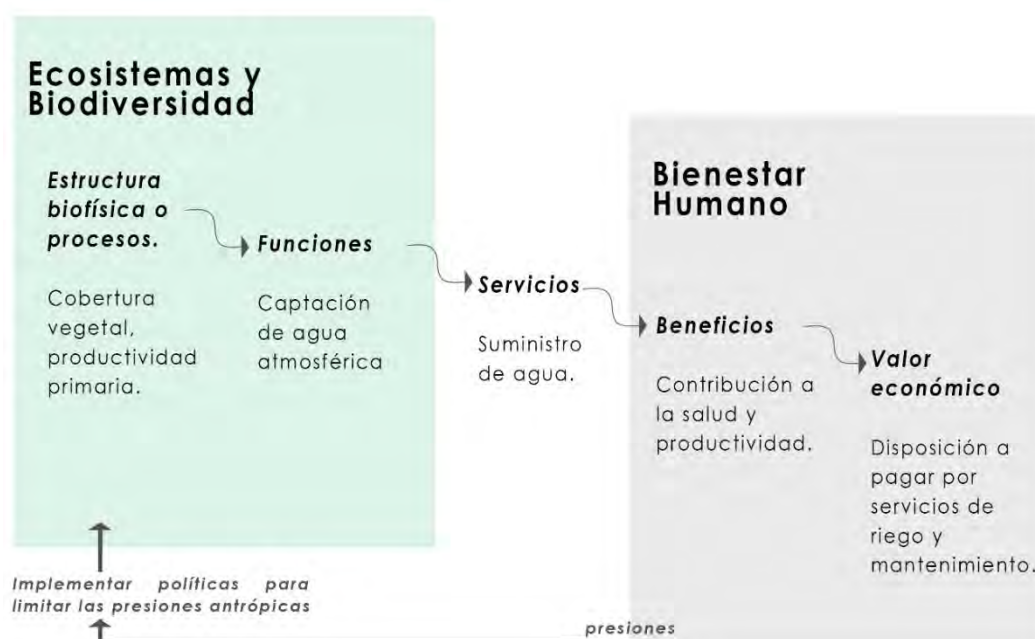


Figura 1. Marco que vincula los ecosistemas con el bienestar humano. Adaptado de Groot et al (2010).

Estos servicios ecosistémicos pueden ser clasificados de diferentes formas, para el caso de esta investigación se usará la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005); en la que se reconocen cuatro tipos de beneficios brindados: servicios de suministro, de regulación, culturales y de base. (ver figura 2).

Servicios de suministro	Servicios de regulación	Servicios culturales
<i>Productos obtenidos de los ecosistemas</i> Alimentos Agua dulce Leña Fibra Bioquímicos Recursos genéticos	<i>Beneficios obtenidos de la regulación de procesos</i> Regulación de clima Regulación de enfermedades Saneamiento de agua Polinización	<i>Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas</i> Recreativo y turístico Estético Inspirativo Educativo Identidad del sitio Herencia cultural
Servicios de base		
Servicios necesarios para la producción de otros servicios de los ecosistemas. Formación de suelos. Reciclaje de nutrientes. Producción primaria.		

Figura 2. Clasificación de los servicios ecosistémicos según la evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005).

Asimismo, Mendoza (2019), explica los múltiples beneficios obtenidos, dentro de estos 4 ámbitos; como la polinización, provisión de recursos energéticos y de alimentos, el carácter estético, el ecoturismo y, la captación de agua atmosférica; siendo esta última una de las más importantes, puesto que el recurso hídrico está fuertemente relacionado en cuanto a su escasez en la periferia urbana.

Ante esta problemática de gestión de recursos podemos encontrar diferentes propuestas para una franja de amortiguamiento que proteja el ecosistema natural y su diversidad ecológica, y amortigüe el crecimiento urbano, Nieuwland y Mamani (2017), analizan el potencial de las lomas costeras para superar ciertos desafíos ambientales de la ciudad, en relación con los servicios ecosistémicos que estas pueden ofrecer. Se plantea la formación de una estructura ecológica que propicie la multifuncionalidad de las lomas para un uso público, de forma que la conservación de estas se encuentre acorde con las iniciativas de integración entre un ecosistema natural intervenido con la urbe próxima a esta, en ese sentido, es necesarios

tomar en cuenta las actividades antrópicas que posibilitan y dificultan la creación de esta zona de amortiguamiento,

En cuanto a la expansión urbana acelerada, Del Castillo (2015), aborda la problemática del tráfico de tierras como un generador de conflictos sociales, siendo este el principal problema en una capital en la que el 70% de la población tiene un origen informal, así como la responsabilidad que tiene la municipalidad ante la indiferencia y gestión ineficaz ante las reservas ecológicas urbanas. Si bien es cierto que, actualmente, surge y está cada vez más presente una conciencia de respeto al territorio, en la que diferentes grupos de conservación ambiental y patrimonial han logrado un establecer un diálogo con la población aludida, al involucrarse en el proceso de restauración, no hay un espacio integrador intermedio que concilie y detenga la ocupación de este ecosistema natural ya intervenido; es necesario entender el proceso histórico de los asentamientos humanos y cómo, desde tiempos prehispánicos, estos han estado en una estrecha relación con un paisaje natural construido, para esto, Ludeña (2006), desarrolla el tema de las barriadas en cuanto a sus clasificaciones según la topografía, causa de formación, poblamiento y los diversos usos que tendrán como respaldo de la actividad económica, además de cómo el surgimiento de estas nuevas urbanizaciones y su desarrollo a lo largo del tiempo cambian el valor y connotación del paisaje en el que se insertan.

Por otra parte, respecto al espacio público generado o por generar, esta investigación se enfoca en estudiar y delimitar los espacios intermedios que entendemos como espacio intersticial, definido, según Águila (2015), como el espacio en la periferia entre lo urbano y lo "natural" que no ha tenido ninguna intervención. Sin embargo, pese al estado de no uso en el que se encuentran estos espacios, debido a que forman parte de un segundo proceso de invasión, es decir, tardío puesto que se prioriza ocupar las cotas más bajas, estos terrenos, como se mencionó anteriormente, acaban siendo víctimas del tráfico de tierras. Se entiende entonces, la necesidad de transformar estos espacios intersticiales, generadores de conflictos sociales en espacios públicos que pongan en valor al sistema de lomas costeras, así como determinar cuáles deberían ser las condiciones adecuadas para el ofrecimiento de los diferentes servicios ecosistémicos, de modo que las lomas no sigan deteriorándose. Para ello, es importante estudiar el carácter estacional y servicios ecosistémicos de las lomas en relación con las diferentes dinámicas resultantes de la extensión periférica urbana, de modo que se pueda establecer los criterios necesarios para la formación de una zona de amortiguamiento que facilite la integración con las urbanizaciones asentadas, en las que el

recurso hídrico, un servicio básico e indispensable es el más escaso, traduciéndose así en uno de los mayores indicadores de pobreza.

Si bien es cierto que no se puede retornar a tal armonía con el entorno, se puede estudiar a las lomas como ya insertas en la sociedad con el objetivo de preservarlas como patrimonio cultural que aún brinda servicios a la población próxima.

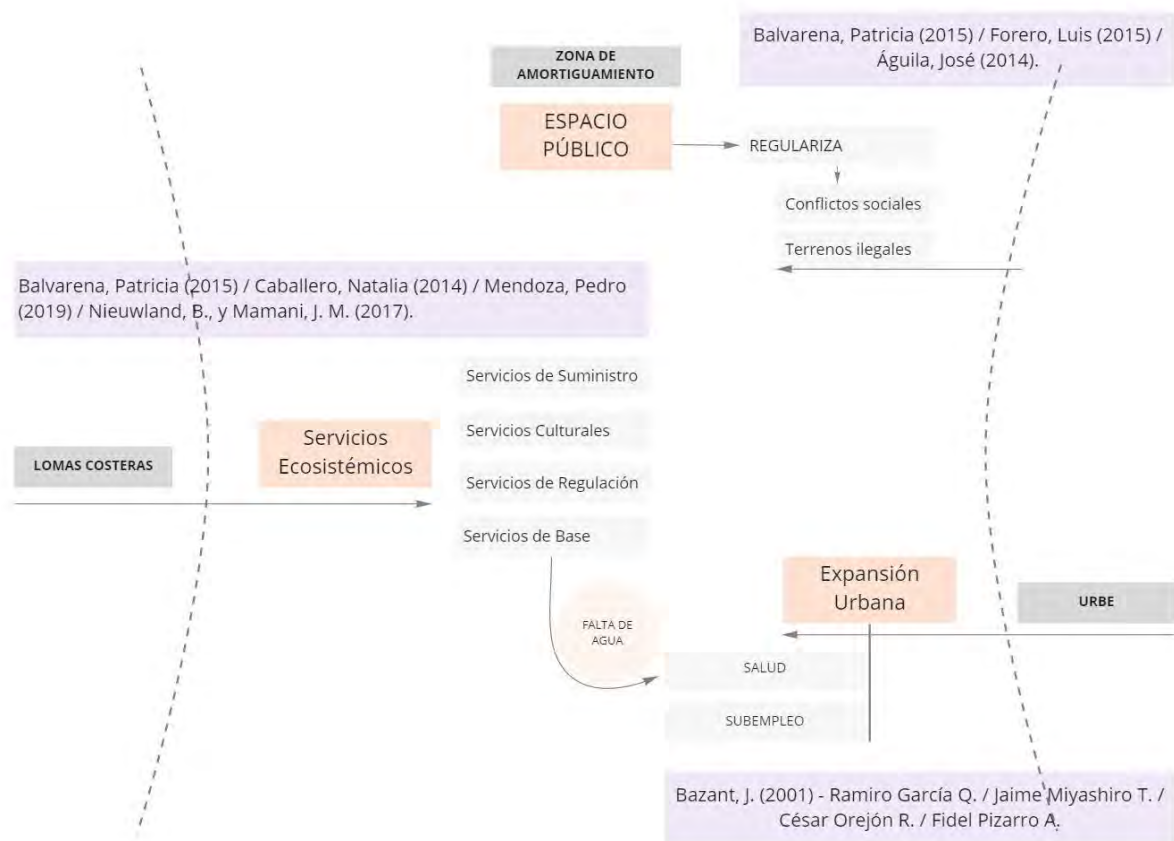


Figura 4. Esquema del estado de la cuestión. Elaboración propia (2020).

## Pregunta de Investigación

¿Cuál es la capacidad de un espacio público, situado en una zona de amortiguamiento, para valorar y potenciar los servicios ecosistémicos de Lomas costeras a partir de los criterios de diseño?

-Variables:

- Los servicios ecosistémicos de Lomas costeras y La capacidad de aprovechamiento del espacio público

- Población o unidad de análisis:

- Valoración de los servicios ecosistémicos

- Lugar o espacio geográfico:

- Lomas Costeras de Lima

- Periodo o año de estudio:

- Actual

## Marco de Referencia

### Marco Histórico

A través de la historia, la ocupación de las lomas costeras ha evolucionado de manera paulatina, este ecosistema ha tenido una estrecha relación con las antiguas ciudades fundadas en los distintos periodos desde el prehistórico, colonial, republicano y actual que dejaron una herencia cultural y natural; prueba de ello son las evidencias de cerámicos precolombinos y herramientas líticas que los antiguos peruanos utilizaban. No obstante, la condición de amenaza que tienen actualmente las lomas costeras ante ocupaciones ilegales de la creciente expansión urbana corresponde al fenómeno de las migraciones internas hacia el interior del país a partir de los años 80.

Lima es una de las ciudades más pobladas de Latinoamérica que ha recibido fuertes flujos migratorios en búsqueda de mejor oportunidades para una calidad de vida; sin embargo, ante tal crecimiento poblacional y una infraestructura urbana insuficiente que reciba este fenómeno migratorio se originan las ocupaciones informales en la periferia de Lima conocidas como



asentamientos humanos; las laderas de los cerros empiezan a ser habitadas pese a la falta de servicios básicos y al estar situados en terrenos vulnerables, restando importancia al carácter natural y cultural de las lomas frente a la necesidad de habitar.

La emigración del campo hacia la ciudad tiene su génesis en el desarrollo económico que conocen las grandes urbes gracias a la industrialización generadora de empleo. Paralelamente, la necesidad de efectivos en el sector agrario decrece por los aumentos de productividad experimentados en las producciones agropecuarias. Martínez et al. Astorkiza & Ferrero, 2012.

Tal como se explica, las lomas de Villa María del Triunfo también han sido afectadas por esta invasión desordenada que hasta el día de hoy sigue dándose en busca de una vida mejor en la capital con más oportunidades, sin olvidar también a los traficantes de terrenos que invaden las lomas, las lotizan y se genera todo un mercado hacia las personas más necesitadas. Así mismo, los límites de hacinamiento son cada vez más flexibles, cambiantes y difíciles de controlar ante el crecimiento poblacional, lo cual va restando superficie a las lomas, varios de estos casos pueden verse en los países latinoamericanos, como las favelas de Brasil.

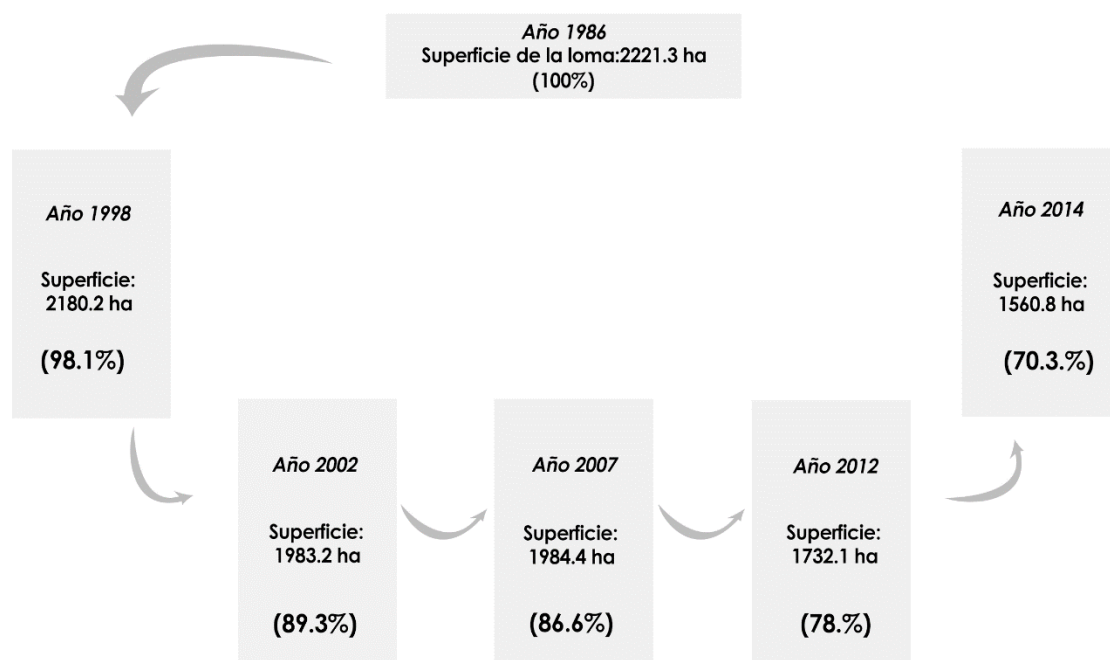


Imagen 7: Mapa conceptual acerca de la disminución de la superficie de la loma de VMT. Elaboración propia a partir de Apedjinou, Komlavi (2014).

## Marco Teórico

Las lomas costeras de Lima representan una cadena de montañas de más de 3500 km propias del territorio desértico y son un ecosistema de carácter estacional, es decir, que durante la temporada de invierno, de junio a diciembre, el paisaje árido se transforma a un sistema de lomas con un reverdecimiento que alberga una gran variedad de flora y fauna, (*ver figura 1*); este proceso de vegetización es formado por circunstancias particulares de condensación en el que las neblinas formadas por las aguas frías del océano son transportadas por masas de vientos alisios a la cadena de cerros orientadas al mar; produciendo una humedad de entre 80% a 100% que al filtrarse en el suelo, activan las semillas latentes que durante el verano permanecieron durmiendo. (*ver figura 2*).



Figura 8. Estacionalidad de las Lomas. Fuente: Ege (2013), en Archdaily.pe (2016).

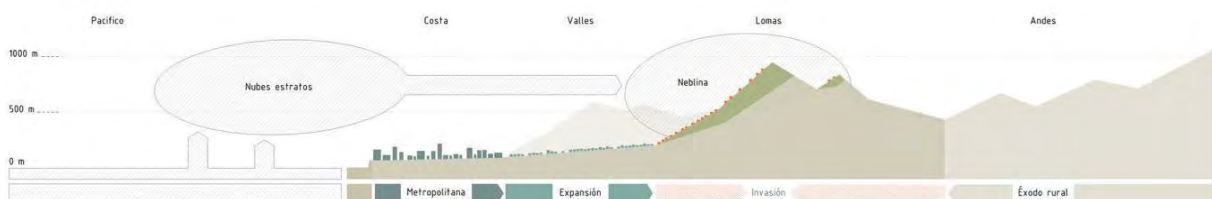


Figura 9. Formación de la vegetación del ecosistema de Lomas. Fuente: Ege (2013), en Archdaily.pe (2016).

Así mismo, este sistema de lomas costeras genera una serie de beneficios para una mejor calidad de vida, los servicios ecosistémicos son definidos como; los componentes y procesos de los ecosistemas que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios, así como la dinámica de los ecosistemas (citado en Balvanera y Castillo 2015:44). Es necesario entender que estos servicios ecosistémicos interactúan con la sociedad en las diversas escalas espaciales y temporales; y que el aprovechamiento de estos incide en la preservación del ecosistema de lomas como una aspiración ética, cultural y fuertemente relacionada con el bienestar humano.

En ese sentido, podemos hacer una aclaración entre los conceptos de recursos naturales y servicios ecosistémicos. El primero se refiere a todos los productos que el planeta pone a disposición del humano y que surgen independientemente de la existencia de este, pueden clasificarse según su fuente de origen, ya sean bióticos o abióticos; según su estado de desarrollo, si en caso están disponible en el momento inmediato o si la explotación de estos se deja para un futuro; y según su renovación, si es que se trata de una extracción que permita una renovación o si es un recurso que finalmente se agotará. A diferencia de los servicios ecosistémicos, los recursos naturales no están en función de la interacción y satisfacción humana; sin embargo, ante la excesiva depredación humana en cuanto a la apropiación de los recursos y servicios que nos ofrece el ecosistema, se habla de una gestión de recursos naturales orientada a reducir la degradación de estos y su aprovechamiento sostenible.

A modo de comprender estos servicios, se usará la clasificación de Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005), la cual está centrada en el bienestar humano y, a su vez, reconoce el valor del ecosistema. Se reconocen cuatro grupos de beneficios; el primero corresponde a los servicios de suministro, aquellos productos obtenidos de los ecosistemas tales como alimentos y recursos energéticos, estos debido a la variedad de flora y fauna desarrollada, como es el caso de los frutos cactáceos, la papaya silvestre, etc. Asimismo, el enriquecimiento del suelo pone en relevancia su cuidado y conservación, surgiendo así las iniciativas educativas en las que los habitantes se identifiquen con el territorio al formar parte de esta iniciativa, para cuidar el territorio que ocupa. Otro servicio de suministro muy importante para la investigación, será el de la captación de agua atmosférica, en que se aprovechará los altos niveles de humedad y las nieblas de las lomas para la captación de agua mediante sistemas naturales, a través de árboles y arbustos con hojas cóncavas y follaje denso, capturando 2.5 lt/m<sup>2</sup>/día; y artificiales, como los pozos de aire (5 lt/m<sup>2</sup>/día ) y

atrapanieblas (6 lt/m<sup>2</sup>/día), siendo este último, el más usado debido a su versatilidad económica y fácil disposición.(ver figura 3).



Figura 10. Sistemas de atrapanieblas. Imágenes de Google.

Figura 11. Robles de río captadores de niebla plantados en Bellavista. Imágenes de Google.

Figura 12. Pozo aire de alta masa en Trans-en-Provence.. Imágenes de Google.

En el caso del sistema natural, los árboles y arbustos que conforman la infraestructura natural intensifican la captación de agua; a diferencia de otros ecosistemas en los que las raíces de los árboles se encargan de captar el agua y transportarla a la planta, las lomas presentan un alto porcentaje de humedad y un suelo seco e infértil, es por esto que el mecanismo de captación y almacenamiento se dará a través de las hojas de diferentes follajes y estas se encargaran de transportarlas a toda la planta. (ver figura 4). Es entonces a partir del contacto que tienen las nieblas con las hojas que se genera el goteo en la base de los árboles, esto crea una micro lluvia interna bajo la copa que puede llegar hasta los 500 mm; además de esto, se desarrollan especies como las epífitas que no tienen raíces e incrementa la cobertura del árbol (follaje), y los líquenes, que crecen en cualquier superficie, degradando la tierra y construyen un suelo a través de las partículas de orgánicas.

Un ejemplo de este sistema de captación es el caso de Islas Canarias, especialmente en la Isla del Hierro y Tenerife, con situaciones de humedad relativa superiores al 95% con precipitaciones igual o inferiores a 5 mm; desde épocas precolombinas los bimbaches adoraban a un árbol que les proveía agua, este mismo, el Garoé, junto con la Laurisilva, siguen siendo uno de los principales árboles captadores generando 55 L/m<sup>2</sup> /año, de los cuales, 14 L/m<sup>2</sup> /año se evaporan desde las copas de los árboles y 41 L/m<sup>2</sup> /año es el agua que alcanza el suelo (lluvia neta). Es así que la mayor parte del uso de agua es aprovechada para el riego de cultivos por los antiguos canales de regadío. Sin ir muy lejos, en el 2006 se plantaron 800 nuevos robles de río que no requieren mantenimiento a largo plazo y su posible reforestación restablece los ciclos hídricos locales, el agua captada por los árboles y

atrapanieblas está dirigido a un tanque para la irrigación de zonas de producción como la tara o hortalizas, además de esto, el agua era transportada por un canal hecho de tejas y cerámicos reciclados.

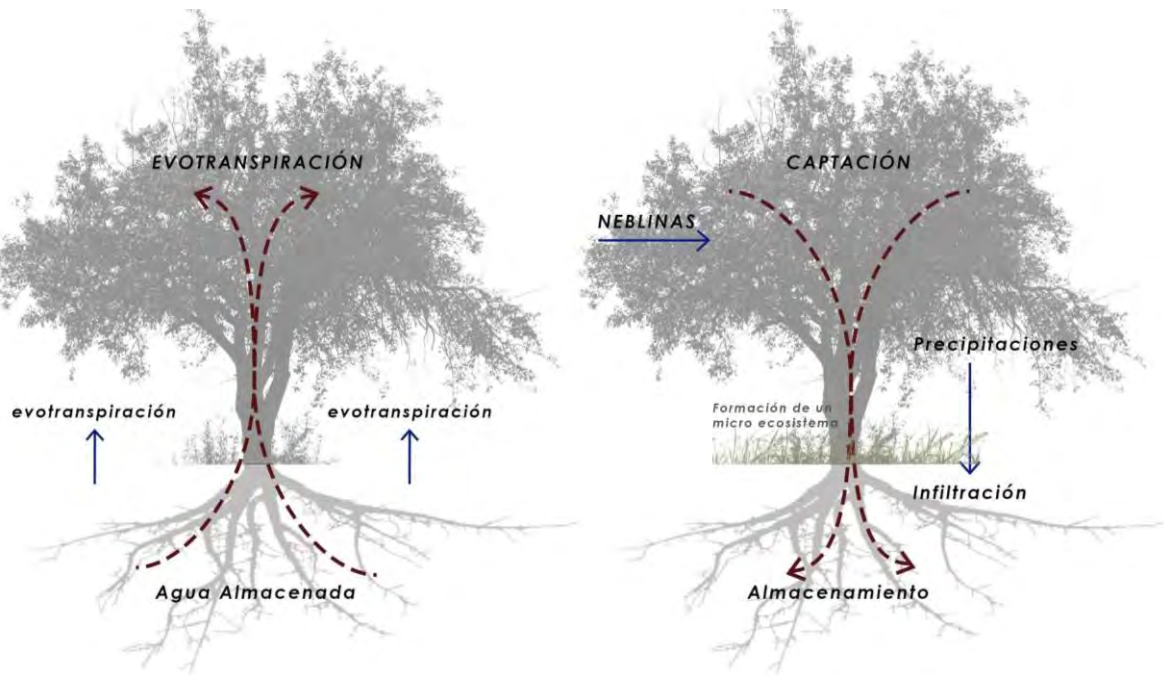


Figura 13. Comparación del sistema de captación de agua atmosférica con otro ecosistema. Elaboración propia (2020).

En el caso del sistema artificial tenemos, en primer lugar, a los pozos de aire que son propuestos para incentivar prácticas agrícolas en zonas muy áridas, especialmente en zonas africanas; este sistema funciona a través de una densidad de muro importante que aísla el interior del ambiente para que cuando el aire caliente que entre por los nichos choque una superficie fría en el interior se dé el proceso de condensación. En segundo lugar, tenemos el sistema de atrapanieblas, que como se mencionó, es el más empleado debido a su versatilidad, costo y fácil armado; se calcula que en el país se cuentan con alrededor de 1500 atrapanieblas que dotan de agua a lugares que carecen de este servicio básico. Este sistema emplea el nylon extendido como una malla sobre unos parantes de madera que cuentan con un canal plástico (en su mayoría de PVC) donde discurre el agua captada y esta puede ser usada tanto para la irrigación de campos agrícolas como para el consumo humano como es el caso de Moquegua, Arequipa, Apurímac y Huancavelica, a diferencia del caso de Lima o ciudades grandes como Chiclayo y Arequipa, donde es necesario plantear una forma de purificar el agua captada puesto que debido a la alta contaminación ambiental, no son aptas para el consumo humano y, en pocas ocasiones, tampoco servirían para el riego. Un caso de estudio de este sistema son los atrapanieblas ubicados en las lomas de Villa María del Triunfo

que tienen cerca de 700 metros sobre el nivel del mar y cuentan con 50 paneles que permite producir entre 200 a 400 litros por panel beneficiando así a 500 familias integradas por 5 miembros aproximadamente; esto ha permitido la tecnificación y ampliación de la producción agrícola a través la creación de biohuertos, así como se ha logrado mitigar el impacto ambiental que supondría la dotación de agua y desagüe en la zona desértica trabajada. Es a partir de estos proyectos concretados que se puede hablar de un aprovechamiento del servicio ecosistémico, en función al bienestar brindado a la comunidad próxima.

El segundo grupo corresponde a los servicios de regulación, obtenidos a partir de procesos de mantenimiento como la regulación de clima, enfermedades, saneamiento de agua y de polinización; siendo este último uno de los más importantes para la propagación de semillas, cada loma genera microsistemas en los que distintas especies de mamíferos, insectos y aves tienen la capacidad de polinizar y apoyar así con la forestación de las laderas. Por último, el tercer grupo de servicios culturales refiere a los bienes no materiales obtenidos, pero que producen un cambio de panorama del paisaje desértico en el imaginario de la población limeña; lo recreativo y turístico, estético, inspirativo y la herencia cultural serán uno de los factores principales para la creación de zonas de amortiguamiento que respeten la interacción dinámica existente entre las personas y el ecosistema. Un ejemplo de esto vendría a ser el ecoturismo que desarrolla actividades recreativas como trekking y ciclismo; tanto en la loma de Amancaes y Villa maría de Triunfo podemos ver cómo durante estos últimos años se han promovido esta forma de turismo local, a partir recorridos en las lomas creando una fuente de ingreso que beneficia los habitantes de las urbes cercanas.

De acuerdo con todo lo mencionado anteriormente respecto a los servicios ecosistémicos queda en evidencia, cómo este ecosistema frágil y estacional puede contribuir al bienestar humano, y la manera en que distintos actores sociales pueden aprovecharlos. Sin embargo, las ocupaciones ilegales han ocasionado una fragmentación del ecosistema complejizando el intercambio y la producción de los servicios mencionados. Se entiende esta fragmentación como una ruptura o separación de un sistema que estaba en equilibrio y era autosostenible.

La fragmentación se refiere a todo tipo de proceso artificial de parcelación de espacio, susceptible de evitar a que una o varias especies vivientes puedan desplazar o dispersarse como se debe en ausencia de un factor de fragmentación.  
(Alohou, Ouinsavi, & Sokpon, 2016, p.477)

Alohou presenta una definición de este proceso desde una perspectiva ecológica del paisaje sobre esta discontinuidad del ecosistema, en el que el cambio de uso de suelo se da de

prácticas agrícolas a una deforestación para la producción de madera en África, a diferencia del ecosistema de lomas, que el cambio de uso de suelo es para la construcción de viviendas; nos permite entender de forma más clara lo que sucede con el ecosistema.



Figura 14. Loma de VMT después de ser invadida alterando el uso del suelo. Imágenes de Google.

Figura 15. Loma de VMT antes de ser invadida conservándose en su ecosistema. Imágenes de Google.

Ante el crecimiento de nuevas urbes insertas en el territorio de lomas se generan espacios diferentes en cuanto a formas, escalas y dinámicas urbanas generadas; surge la denominación de espacio intersticiales comprendidos como el espacio “entre” lo urbano y lo natural que no tiene función ni intervención urbana, según Aguilar estos puede definirse como “espacios sin vida y solitarios que no tienen un alma propia y no aportan identidad alguna” (2015); un concepto más cercano al contexto de periferia urbana será la definición que propone Bazant de los espacios intersticiales como “las parcelas libres que van quedando conforme se expande la ciudad, y que son lotificadas en una variedad de formas para atender la demanda de diversos grupos” (2001). Estos espacios podrían clasificarse en los que ya están inmersos y rodeados por la nueva urbanización, puesto que en su mayoría ya han sido lotificados y sirven como espacios privados o de uso público; por otro lado también encontramos el espacio límite, en el que se marca de forma irregular la última línea de viviendas y el ecosistema de lomas no invadido; sin embargo este espacio está continuamente cambiando en función a las nuevas ocupaciones que se asientan en cotas más elevadas.

Es por esto que a través de diversos proyectos a menor escala en las lomas costeras de Lima se busca delimitar claramente este último espacio intersticial de forma que pueda frenar las ocupaciones y tráfico ilegal de tierras; considerando el ecosistema de lomas como uno frágil ante las dinámicas urbanas, pero a su vez como un benefactor de servicios ecosistémicos

para el desarrollo de estas. Movimientos de preservación y vegetización, como la Red de Lomas Costeras, han logrado hacer un cambio en estos espacios intersticiales a través de un trabajo participativo con la sociedad que promueva el ecoturismo, generando un ingreso económico para estas poblaciones. No obstante del éxito de estas intervenciones, es necesario desarrollar una propuesta que responda a la interacción que tienen ambos ecosistemas, el urbano y natural, ofreciendo a los habitantes oportunidades de un desarrollo integral con su entorno natural; es aquí cuando hablamos de una zona de amortiguamiento, entendida según la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, como aquellas zonas adyacentes a las Áreas Naturales Protegidas del Sistema, que por su naturaleza y ubicación requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida. (2003). El pensar, entonces, en una zona de amortiguamiento debe integrar la noción del espacio público, entendiéndolo como un elemento esencial de la vida urbana puesto que responde a las actividades sociales y busca satisfacer necesidades integrales. Rueda (2017), nos presenta un concepto o entendimiento de lo que significa el espacio público para la ciudad.

En la ciudad mediterránea, el lugar principal de reunión y el lugar de encuentro es el espacio público. Es el lugar simbólico en que ciudad, democracia y política se encuentran. El espacio público marca los límites de la idea de ciudad. Donde no está puede hablarse de urbanización, pero difícilmente de ciudad. Rueda, 2017.

El espacio público adquiere aún más importancia al estar emplazado en sectores socioeconómicos bajos son valorados de gran forma puesto que crean oportunidades de recreación y esparcimiento que no son posibles en las viviendas. Cuando hablamos de la capacidad de un espacio público, nos referimos a las condiciones que este debe tener para que conforme un espacio integrador que propicie el intercambio y expresión ciudadana. Borja y Muxí, sostienen que el espacio público es logrado a través de la diversidad, en la que el espacio reconoce las diferencias sociales, culturales y funcionales, lo que propicia la apropiación de diversos grupos intergeneracionales. Así mismo, Rueda, en El urbanismo ecológico, expone que el ciudadano debe hacer uso del espacio público sin restricciones y para esto es necesario la máxima habitabilidad del espacio, es decir, la multiplicación de usos y funciones en la superficie.

En ese sentido, para entender la capacidad que ha de tener un espacio público para que sea capaz de valorar, aprovechar y potenciar esos servicios ecosistémicos al estar situado como franja de amortiguamiento es necesario relacionar los conceptos de accesibilidad y confort al ecosistema y los espacios intersticiales. En el caso de la accesibilidad comprende



condiciones estructurales como la continuidad de las calles, sendas y caminos; a medida que los asentamientos alcanzan cotas más elevadas la accesibilidad suele decrecer en gran medida, esto genera calles inconclusas y la multiplicidad de caminos debido a su indefinición espacial, haciéndose notorio la delimitar caminos principales para la configuración de ejes o corredores que lleguen de forma directa a la zona de amortiguamiento. Así mismo, la relación de confort tendrá una relación dependiente a la estacionalidad de las lomas debido a las condiciones de humedad y temperatura en los diferentes pisos altitudinales.

Por otra parte, es necesaria una visión general de cómo los diferentes factores antrópicos interactúan con el sistema de lomas en la actualidad, de forma que este espacio público cumpla la función de servidor hacia la población. Como se puede observar en el gráfico, la precariedad barrial está compuesta principalmente por cuatro problemas: la ciudad dormitorios, la expansión urbana, la inexistente gestión de residuos, y la cobertura de agua y desagüe. Por otra parte, vemos el cuadro repensado a partir de una zona de amortiguamiento de carácter productivo - recreativo.

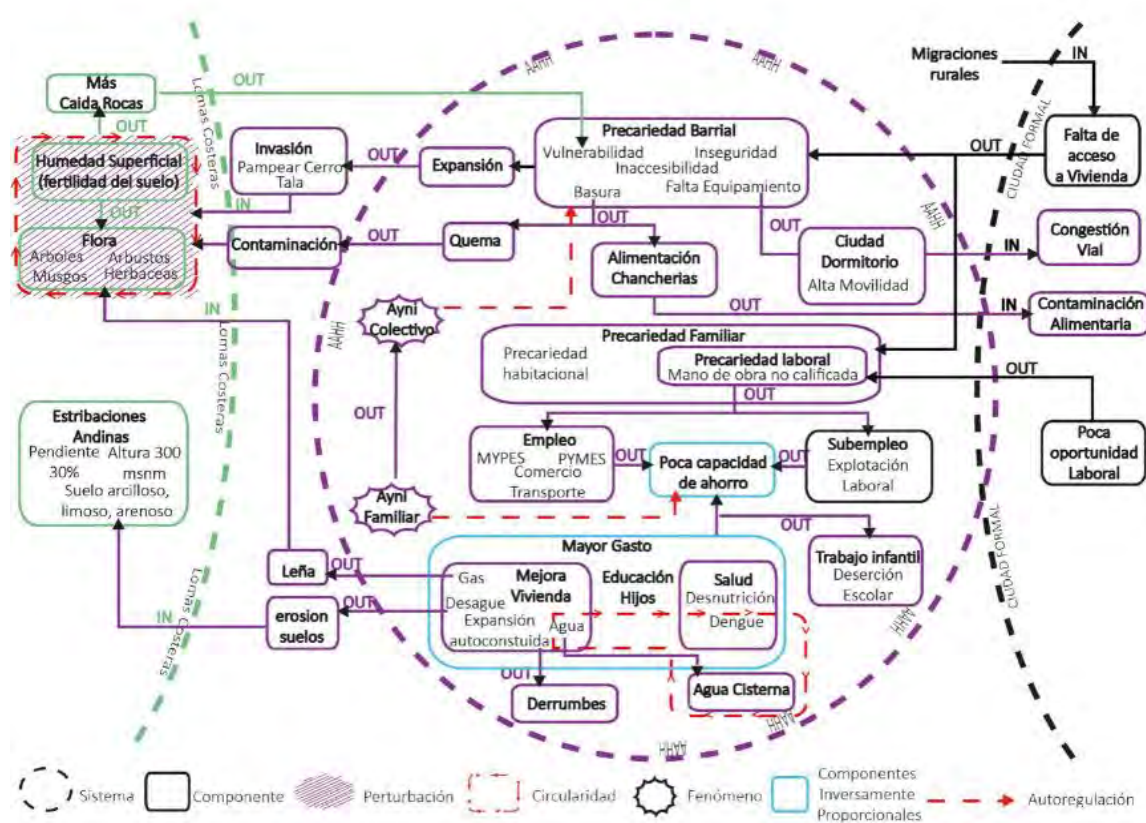


Figura 16. Análisis de la interacción de Sistemas. Fuente: Espinoza (2016).

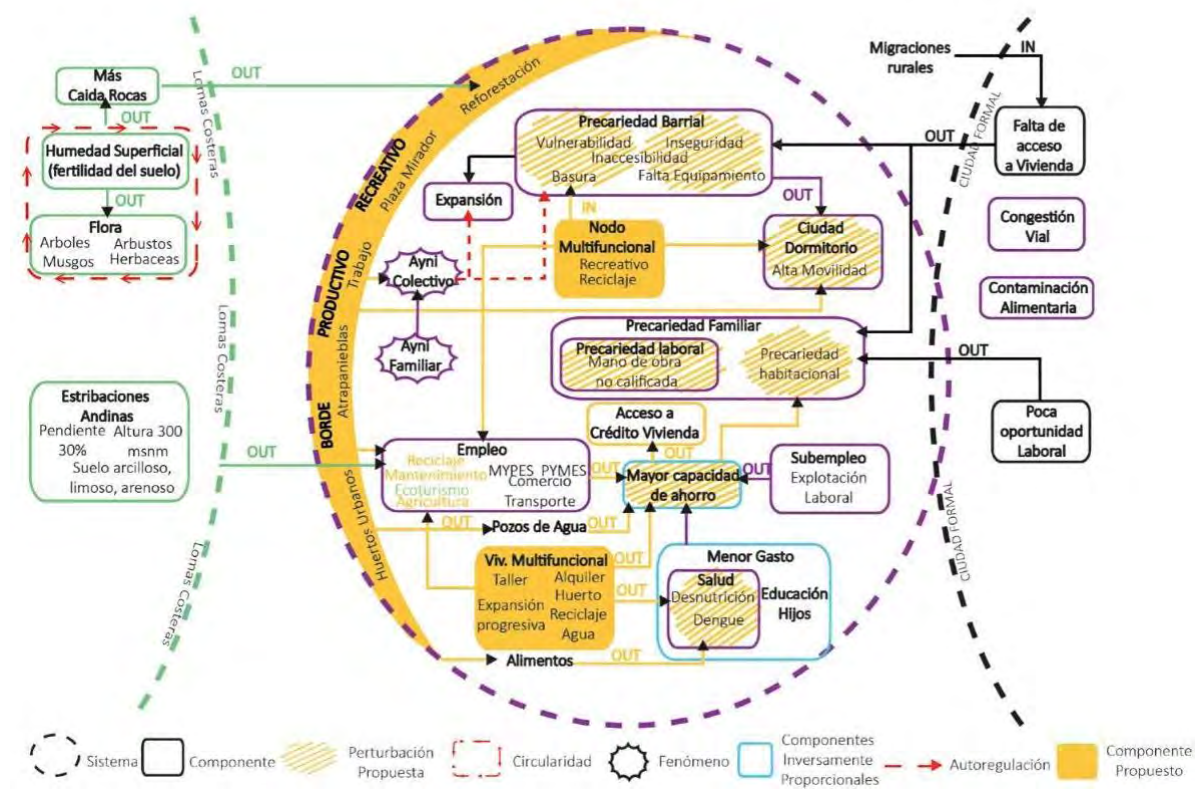


Figura 17. Análisis de la zona de amortiguamiento en función a los sistemas intervenidos. Fuente: Espinoza (2016).

Esto nos lleva a preguntarnos entonces cuáles serían los servicios ecosistémicos más relevantes para la formación de un espacio público, de qué forma este puede valorarlos, y hasta qué punto el espacio público podría colaborar con la erradicación de las problemáticas. Una forma, de medir este aprovechamiento puede verse en la reducción de costos de infraestructura para el desarrollo de espacios públicos en zonas de amortiguamiento a partir de la conservación del ecosistema, los cuales no se analizarán; sin embargo, se mencionarán a continuación; un primer cuestionamiento sería cuánto es gasto actual de la municipalidad para el desalojo de invasiones anualmente, considerando el crecimiento poblacional y tráfico de tierras existente, y en ese sentido constatar el ahorro significativo que se tendría al formar una zona de amortiguamiento que delimite y frene estas invasiones ilegales a partir de la reforestación arbórea de la loma; un segundo cuestionamiento sería el gasto que tiene la municipalidad en mantenimiento de áreas verdes en cuanto a su riego por m<sup>2</sup> y de qué forma puede reducirse este presupuesto al incorporar diferentes mecanismos para el aprovechamiento de estos servicios ecosistémicos como los mencionados sistemas de captación de agua para el riego; por último, un tercer cuestionamiento sería el alcance de las leyes peruanas para la defensa y valoración de estos ecosistemas en función de su uso

sostenible a partir de la retribución por los servicios ecosistémicos, un ejemplo de esto es la ley de MERESE (Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos), teniendo en cuenta que todo un tejido urbano goza de agua por la infiltración de bofedales, se propicia esta conservación y se evita que el municipio gaste en obras de ingeniería de infraestructuras que proporcionan el mismo servicio, pero son más caras que la conservación del ecosistema; sin embargo, leyes como estas que velan por el cuidado del ecosistema son prácticamente anuladas cuando el mismo estado dispone proyectos de ley para ampliar plazos de titulación de terrenos ocupados por posesiones informales, en un intento de regularización de invasiones que tiene graves consecuencias económicas, sociales, ambientales e institucionales en la ciudad.

De modo que el análisis de la investigación se enfoca en potenciar y dar un correcto aprovechamiento de los servicios ecosistémico, es que podemos plantear algunos criterios de diseño para la formación de un espacio público de calidad considerando que estos beneficios estén en relación con las actividades antrópicas desarrolladas y propias del lugar, estos serían: la delimitación de áreas de captación de agua mediante sistemas naturales y artificiales, la reforestación e incremento de los niveles de biodiversidad y, por último, la creación de espacios que puedan ser usados y protegidos.

El primer criterio consta de la recolección de agua y junto a ello ver qué usos podrían darse; si bien la cobertura de los servicios de agua y desagüe llegan al 92% para Lima – Callao, en la periferia solo el 62% cuenta con este, ante este déficit, la población accede a dicho servicio por camiones cisterna, que ocasionan problemas de salubridad debido de la mala higiene de los reservorios de agua, y perjudicando económicamente a los pobladores en las zonas más empinadas al cobrarles hasta 10 veces más el precio mensual . En el caso de la loma de VMT las aguas captadas podrían usarse para el riego de las pequeñas áreas de biohuertos como el cultivo de las hortalizas, sábila y líquenes o cultivos medicinales como la tara y arboles frutales, así mismo, esta agua podría se utilizada para el riego de parques urbanos, considerando que en algunos meses bastaría con el riego natural expuesto por las condiciones de humedad. Esto mismo podría definir la moderación del porcentaje de espacios pavimentados puesto que estos se recalientan, impermeabilizan el suelo y alteran las capas freáticas causando la eliminación de algunos acuíferos, levando los costos para el mantenimiento de parques.

En el segundo criterio de reforestación e incremento de la biodiversidad, es necesario conocer las condiciones del suelo para una mayor estratificación vegetal que no interfiera con el ecosistema de las lomas si no que continúen la diversidad de fauna y flora a una menor escala a través de la implementación de zonas estratégicas arboladas. Así mismo, puesto que la zona de amortiguamiento se encuentra en terrenos de altas y bruscas pendientes, se necesitaría la implementación de muros de contención antes posibles riesgos geológicos de forma que no interfiera con un ecosistema frágil como el de las lomas.

En tercer lugar el criterio referido a la actividad pública social y educativa en los espacios públicos, consta de entender el carácter del barrio y las dinámicas sociales que lo configuran para el desarrollo de espacios que respondan a las necesidades y anhelos de la comunidad, tanto losas deportivas como áreas educacionales son las que más se necesitan y construyen debido a la cantidad de población joven en los asentamientos, así mismo se reconoce la importancia de ciertos lugares de reunión entre los pobladores para las manifestaciones socioculturales de forma que se facilite la comunicación entre los vecinos, estos espacios de discusión tienen un carácter muy particular, a diferencia de la urbanizaciones consolidadas, puesto que la mayoría de obras comunitarias son gestionadas por la misma comunidad debido a la poca participación del Estado. Se trata de pensar el lugar como espacio para todos a partir del desarrollo de actividades que no segmenten a las personas por edades, sino que las compatibilice a través de conexiones visuales y acústicas, que permitan una conexión sensorial.

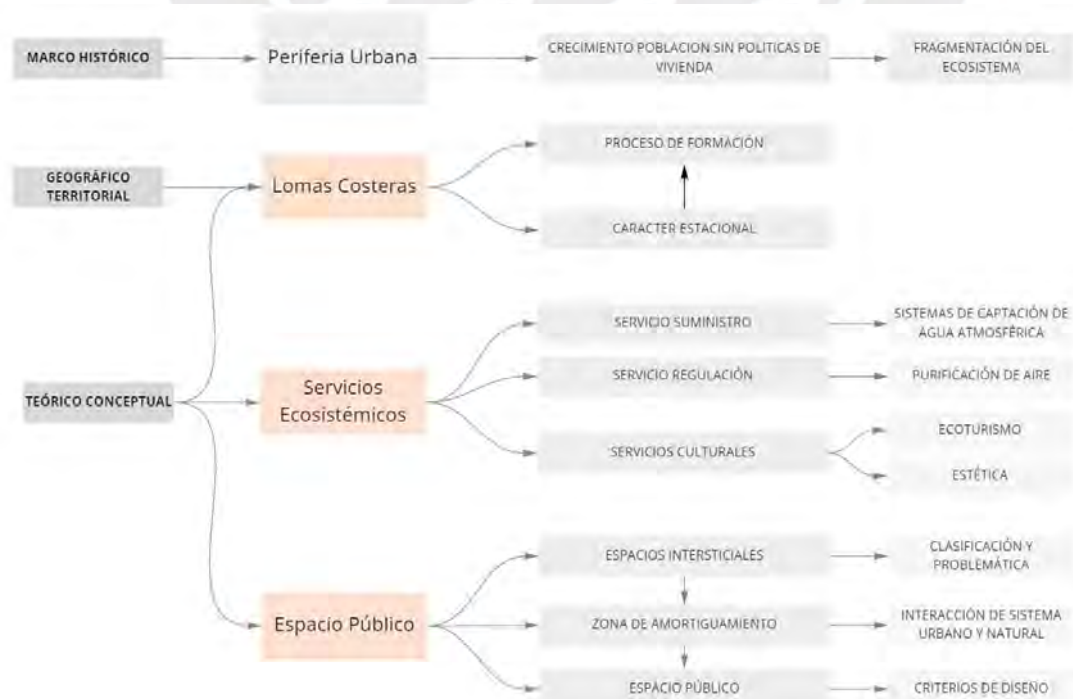


Figura 18. Esquema del marco de referencia. Fuente: Elaboración propia.

## Estudio de caso

El sistema de lomas costeras en el Perú fue declarado Patrimonio Mundial como bien cultural en el año 2019 y tienen una extensión de 35,060.16 hectáreas distribuidas desde la provincia de Tacna hasta La Libertad, con aproximadamente 51 lomas, dentro de las cuales 15 se encuentran en Lima metropolitana y debido a que la ciudad sigue creciendo con aproximadamente 150.000 migrantes por año, las lomas se encuentran en un mayor riesgo de invasión en sus laderas. Se delimitará el estudio al caso específico de las lomas asentadas en el distrito de Villa María del Triunfo con una superficie de 622 hectáreas. Este distrito tiene aproximadamente 70.57 Km<sup>2</sup>, y se asienta en una mayor extensión de área de lomas costeras siendo uno de los distritos más poblados de Lima con 437 992 habitantes

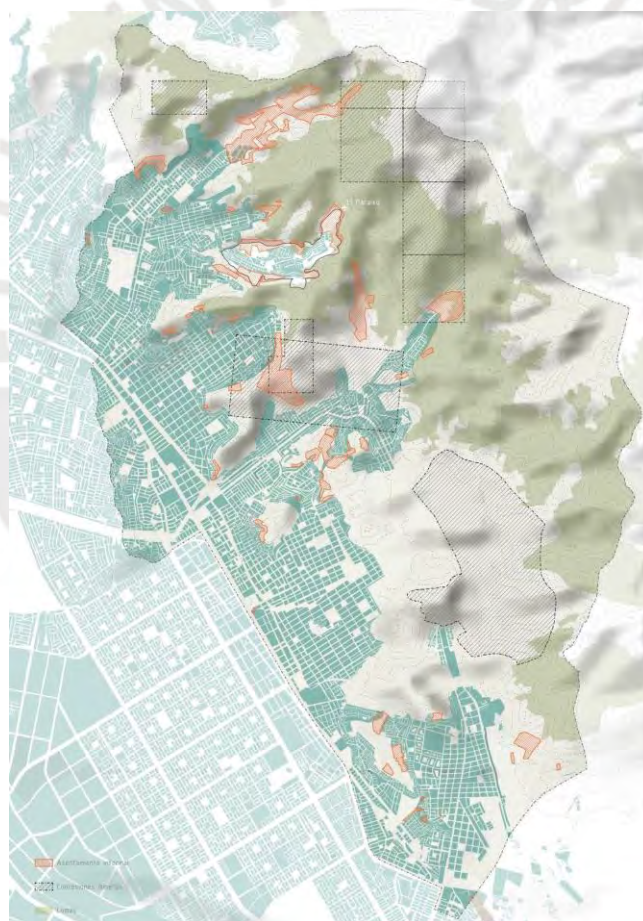


Figura 18. Asentamientos informales en la loma Villa María del Triunfo. Fuente: Ege (2013), en Archdaily.pe (2016).

Es en el 2013 que a través de la Resolución Ministerial N° 0401 se reconoce a la Loma Villa María del Triunfo como Ecosistema Frágil y dispone su inscripción en la Lista de Ecosistemas Frágiles del Ministerio de Agricultura y Riego debido a su condición de estar rodeada de una

urbe que crece cada vez más formando nuevos asentamientos como es el caso de “El Paraíso”, “Paraíso Alto” y “Edén del Manantial” generando espacios entre asentamientos y la infraestructura de lomas con cotas más elevadas, que en la mayoría de casos, acaba lotizándose por el tráfico de terrenos para una posterior ocupación. A estos espacios, para el propósito de la investigación, se les denominará espacios intersticiales.

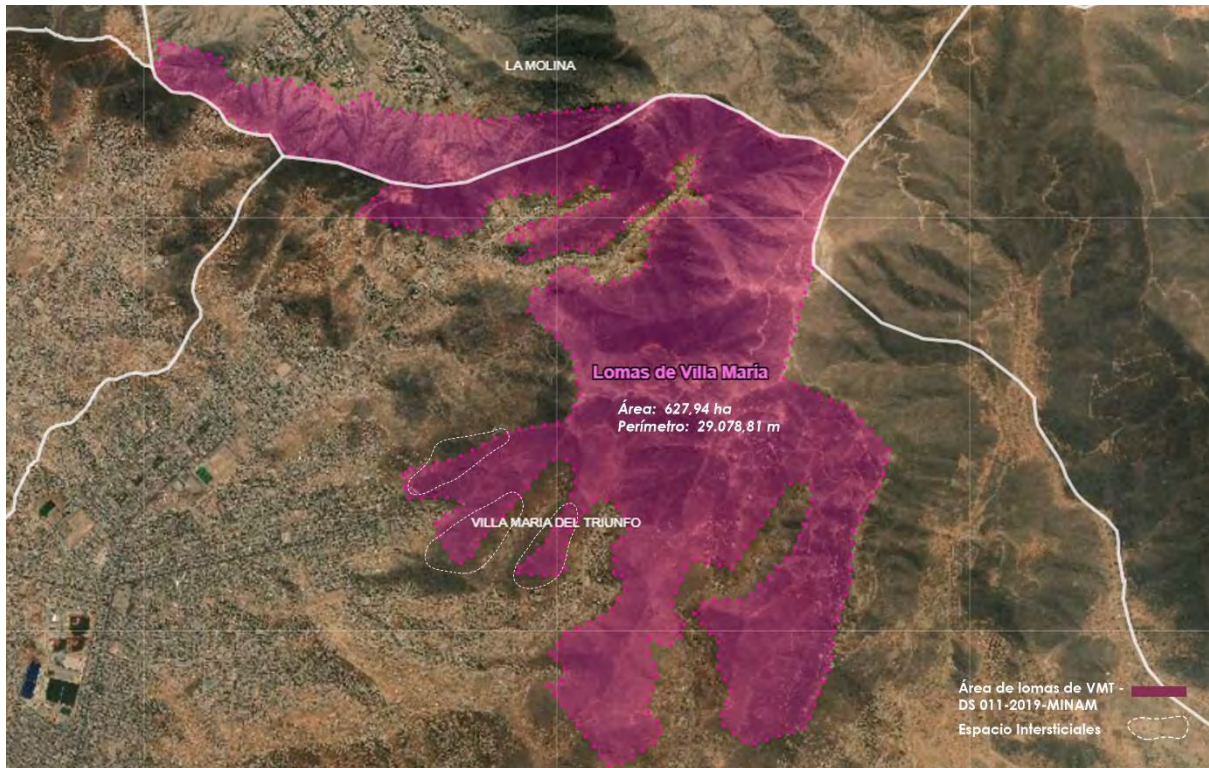


Figura 19: Plano de área y ocupación de la loma de VMT. Elaboración propia a partir de Google earth.



Figura 20: Ubicación de los asentamientos humanos y las lomas en relación con los espacios intersticiales. Elaboración propia a partir de Google earth.

Así mismo, esta delimitación se debe al hecho de contar con intervenciones que ya han sido probadas, como el caso de los atrapanieblas y los paseos de ecoturismo que podemos tomar como indicadores de calidad y capacidad de un ecosistema para la provisión de un beneficio específico a un actor determinado.

### **Hipótesis y Variables**

Los espacios intersticiales en zonas de amortiguamiento tienen la capacidad de formar espacios públicos en base a criterios de diseño que incorporen los servicios ecosistémicos de suministro, regulación y culturales de la loma costera, orientados a la preservación del ecosistema.

#### **-Variable Dependiente**

- Los espacios intersticiales en zonas de amortiguamiento tienen la capacidad de formar espacios públicos para valorar la preservación del ecosistema.

#### **-Variable Independiente**

- Criterios de diseño que incorporen los servicios ecosistémicos de suministro, regulación y culturales de la loma costera.

### **Objetivos**

#### **-Objetivo General**

Determinar los criterios de diseño necesarios que valore los servicios ecosistémicos de la loma costera, especialmente los culturales y de suministro, como las actividades de ecoturismo, la captación de agua y purificación de aire para la creación de un espacio público, en zonas de amortiguamiento

#### **-Objetivos Específicos**

1. Reconocer las condiciones de confort y accesibilidad en la loma para evaluar la capacidad del espacio público.
2. Evaluar la posibilidad de aprovechar la niebla de las lomas para la captación de agua por medio de sistemas naturales y artificiales para la reforestación de laderas y riego urbano.
3. Evaluar la posibilidad de propiciar una red ecológica que incorpore los fragmentos verdes existentes y proponga nuevos.
4. Evaluar la posibilidad de generar áreas recreativas y la concientización de la importancia del territorio que habitan.

## Metodología del análisis

El análisis de la presente investigación se desarrollará a partir del estudio de cada variable y sus respectivos componentes. En el caso de la variable dependiente se evaluará la capacidad de los espacios intersticiales para formar el espacio público a partir de la accesibilidad y el confort, en el primer caso se tendrán los componentes de caminos e rutas existentes, y el de riesgos por actividad sísmica; en el segundo caso se obtienen los de temperatura en el espacio público exterior y humedad en el espacio público exterior, ambos en sus diferentes estacionalidades. Para el caso la variable independiente, primero se elabora la ponderación de cada servicio ecosistémico de forma que pueda obtenerse un criterio a partir del beneficio brindado, luego se evalúa la factibilidad de la permanencia de cada criterio entendido como componente.

### HIPÓTESIS

Los espacios intersticiales en zonas de amortiguamiento tienen la capacidad de formar espacios públicos en base a criterios de diseño que incorporen los servicios ecosistémicos de suministro, regulación y culturales de la loma costera, orientados a la preservación del ecosistema.

	VARIABLES	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS				
			OBJETO	INSTRUMENTOS	ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	CONTRASTE DE VARIABLE	
DEPENDIENTE	Los espacios intersticiales en zonas de amortiguamiento tienen la capacidad de formar espacios públicos para valorar la preservación del ecosistema	- Accesibilidad en el espacio público exterior	Reconocer las características espaciales y topográficas de la loma. -pendientes, tipos de superficies y áreas en riesgos geológicos.	Puntos de accesibilidad a las lomas a partir de sus características espaciales y topográficas	1. Mapeo de áreas en riesgo sísmico. 2. Mapeo de accesos o calles existentes hacia las lomas.	Analizar la accesibilidad con respecto a los caminos y los riesgos por la actividad sísmica	Cruce de mapas de riesgo sísmico + tipología de caminos
		- Confort en el espacio público exterior	Evaluar el confort ambiental respecto a los niveles de humedad y temperatura, tanto en invierno y verano.	El confort ambiental en el espacio exterior	1. Gráficos de temperatura y humedad exteriores. 2. Mapeos de temperatura y humedad según la estacionalidad de la loma.	Determinar el nivel de confort considerando la estacionalidad de las lomas según temperatura y humedad en las diferentes estacionalidades	Confort y temperatura en las diferentes estacionalidades
INDEPENDIENTE	Criterios de diseño que incorporen los servicios ecosistémicos de suministro, regulación y culturales de la loma costera	Criterios de diseño respecto al servicio de suministro	Evaluar la posibilidad de aprovechar la niebla de las lomas para la captación de agua por medio de sistemas naturales y artificiales para la reforestación de laderas y riego urbano.	Captación de agua mediante sistemas naturales y artificiales	Plano de áreas destinadas a los sistemas de captación de agua	determinar los mm de agua captados en áreas de arboles y atrapanieblas y qué tanto podría abastecer el riego.	Cruce de mapas de riesgo sísmico + humedad relativa en tiempo de reverdecimiento
		Criterios de diseño respecto al servicio de regulación	Evaluar la posibilidad de propiciar una red ecológica que incorpore los fragmentos verdes existentes y proponga nuevos	Reforestación e incremento de los niveles de biodiversidad.	Plano de áreas destinadas a la reforestación de árboles y arbustos.	Identificar si es posible la reforestación como parte de la franja de amortiguamiento según las condiciones de accesibilidad y confort y preservación del ecosistema	Cruce de mapas de vientos perpendiculares a laderas + humedad + temperatura.
		Criterios de diseño respecto al servicio cultural	Evaluar la posibilidad de generar áreas recreativas y la concientización de la importancia del territorio que habitan.	Creación de espacios que puedan ser usados y protegidos	Plano de áreas destinadas a las atmósferas públicas propuestas.	Identificar si los espacios públicos propuestos cumplen con las condiciones de accesibilidad y confort	Cruce de mapas de riesgo sísmico + accesibilidad + temperatura + Humedad

Cuadro 1: Cuadro de metodología del análisis. Elaboración propia (2020).



Aunado a ello, para la obtención de resultados se trabajará con la superposición de mapas, para esto, cada componente se analizará con la misma base de forma que se establezca una lógica de combinaciones. Para la variable dependiente, los resultados se generan de forma directa a partir del realizar los mapeos. Por otro lado, para la variable independiente (servicio cultural, de regulación y de suministro) se obtendrá cada resultado a partir de la suma de capas generadas por la superposición de mapas de la variable dependiente (accesos, peligro sísmico, temperatura y humedad).

Por último, en el caso de las conclusiones, habrá una sumatoria general, es decir, se juntan todos los criterios y se obtiene un mapa representativo de la variable independiente al que se le superpondrán los componentes de la dependiente.

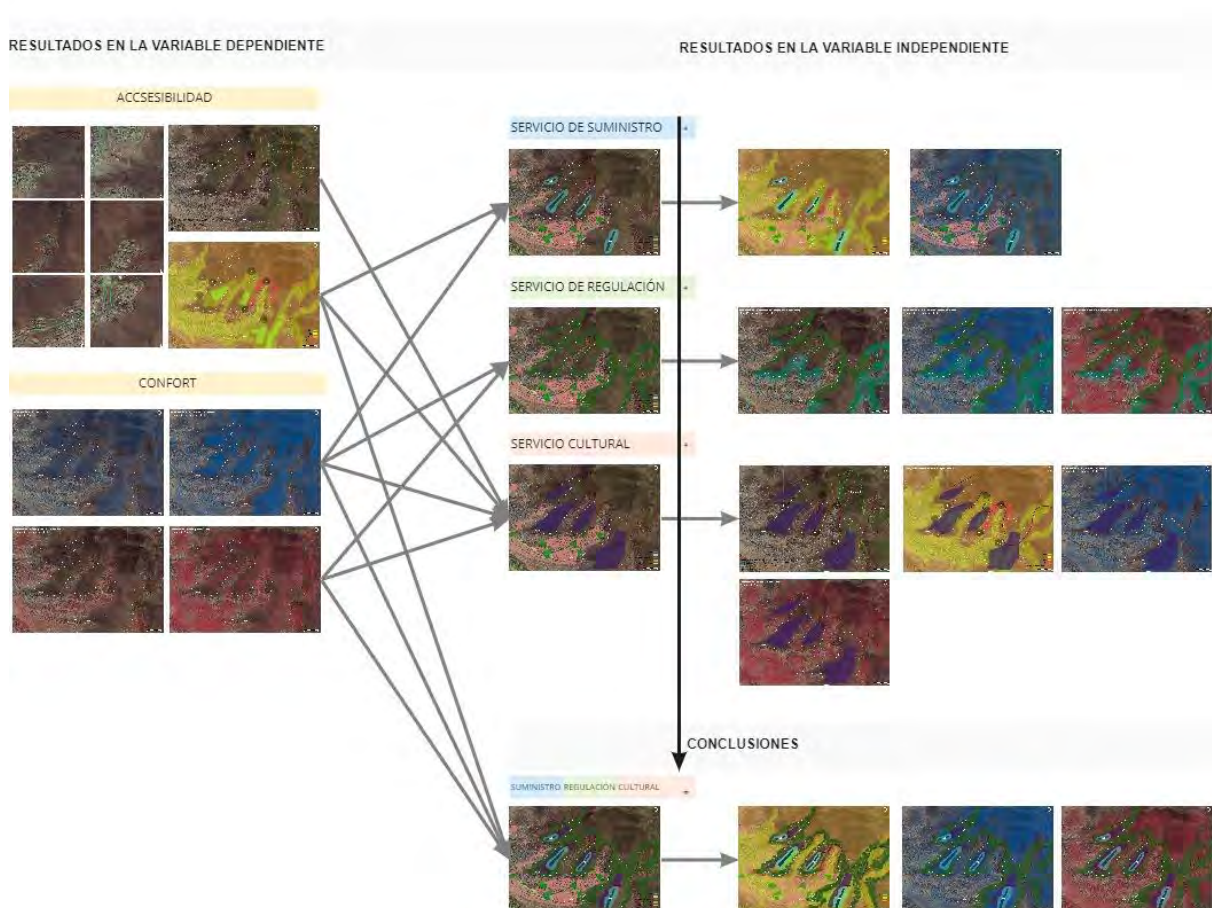


Figura 21: Cruce de componente para la obtención de resultados de cada variable y conclusión. Elaboración propia (2020).

## Análisis de la variable dependiente

### a) La accesibilidad

Se analiza la accesibilidad a los espacios intersticiales en función de las tipologías de caminos y los riesgos por actividad sísmica para determinar las condiciones necesarias de un espacio público capaz de valorar el ecosistema de lomas. En el frágil y cambiante límite entre la expansión urbana, la loma y los espacios intersticiales se identifican las rutas ecoturistas y 6 puntos principales en los cuales se cataloga una tipología de caminos donde se da una gradiente de mayor a menor continuidad y condición física, caminos que continúan la trama urbana pavimentada con pendientes aproximadas de 4% a caminos secundarios que surgen de la continua expansión, con pendientes de 6 - 8% y por último caminos trazados que invaden el cerro con pendientes de 10 -15% aproximadamente.

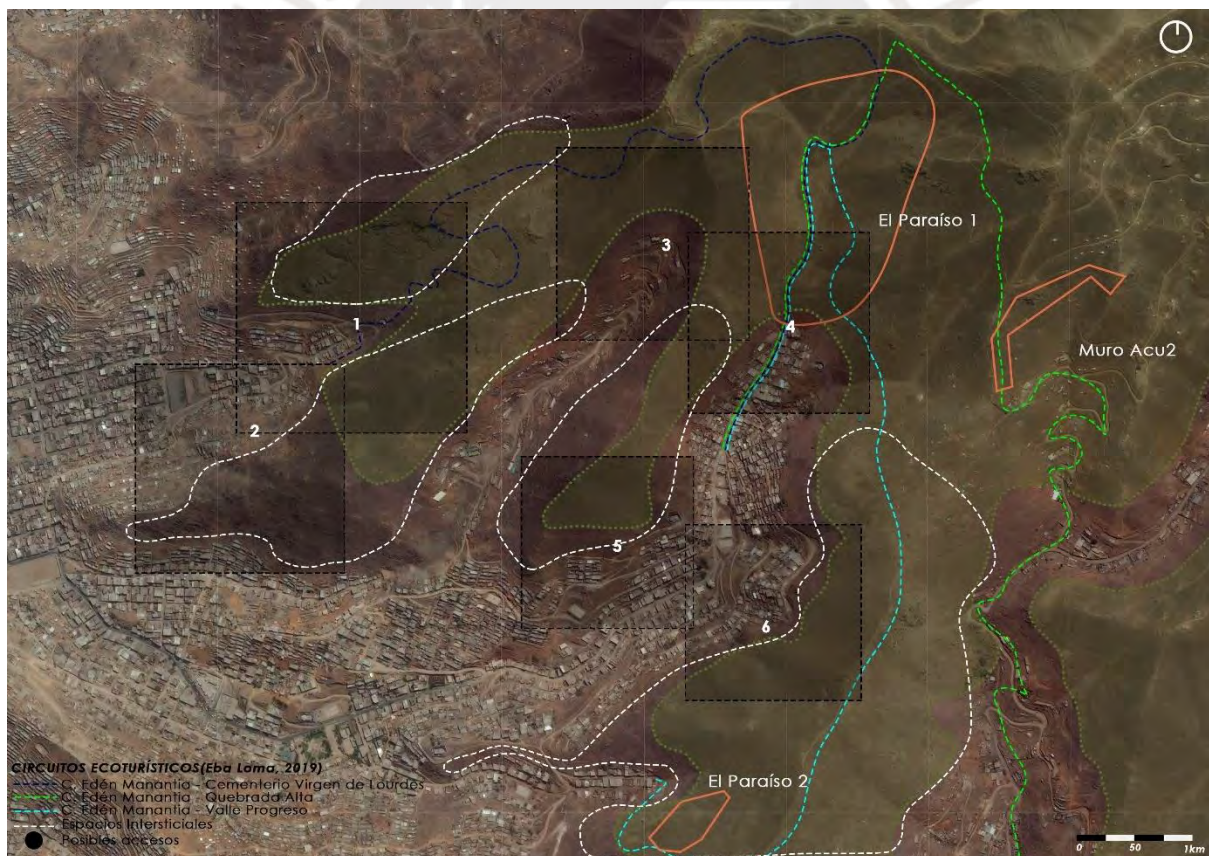


Figura 22. Mapa general de rutas ecoturísticas, zonas patrimoniales de las lomas y ubicación de puntos a estudiar. Elaboración propia.



Figura 23. Tipologías de caminos en puntos seleccionados. Elaboración propia.

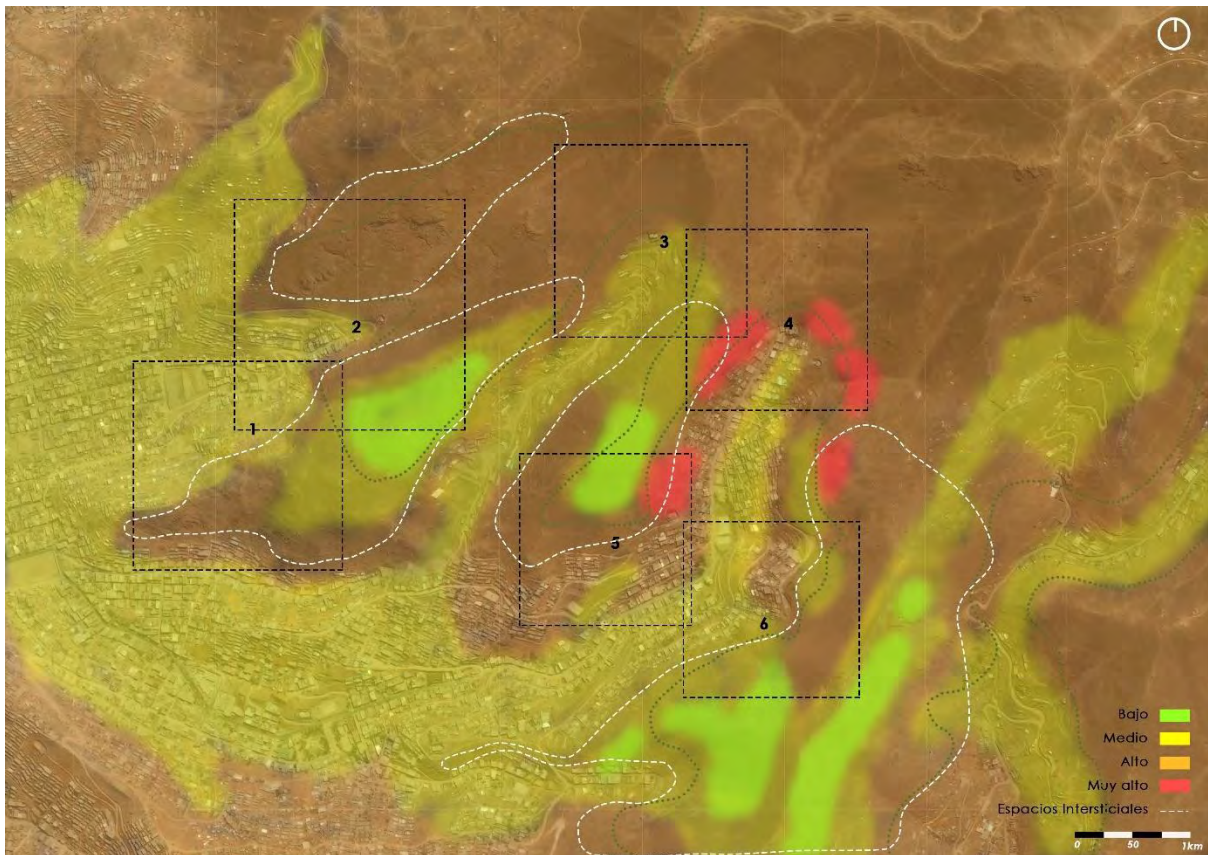


Figura 24. Distribución de áreas ocupada por los sistemas de captación de agua en espacios intersticiales. Elaboración propia.

### Resultado:

Los puntos de acceso seleccionados muestran la posibilidad de la continuidad de la trama a través de caminos ya existentes, mas no consolidados, para una conexión entre espacios intersticiales y el ecosistema de lomas, así mismo cuando se superpone el mapa de peligro sísmico se evidencian las zonas típicas 1, 2, 3, 5 y 6 con una peligrosidad media a baja; sin embargo, el punto 4 es notorio por su alta peligrosidad debido a que los sismos pueden desencadenar accidentes geológicos como flujos de detritos por la quebrada con riesgos de pérdidas materiales e inmateriales.

**b) El confort**

Se evalúa el grado de confort exterior en función de la temperatura y humedad relativa debido a la fuerte variación estacional de las lomas, los espacios intersticiales y la zona urbana inmediata en los que la humedad pueden llegar a niveles de 88-98% durante 8 meses.

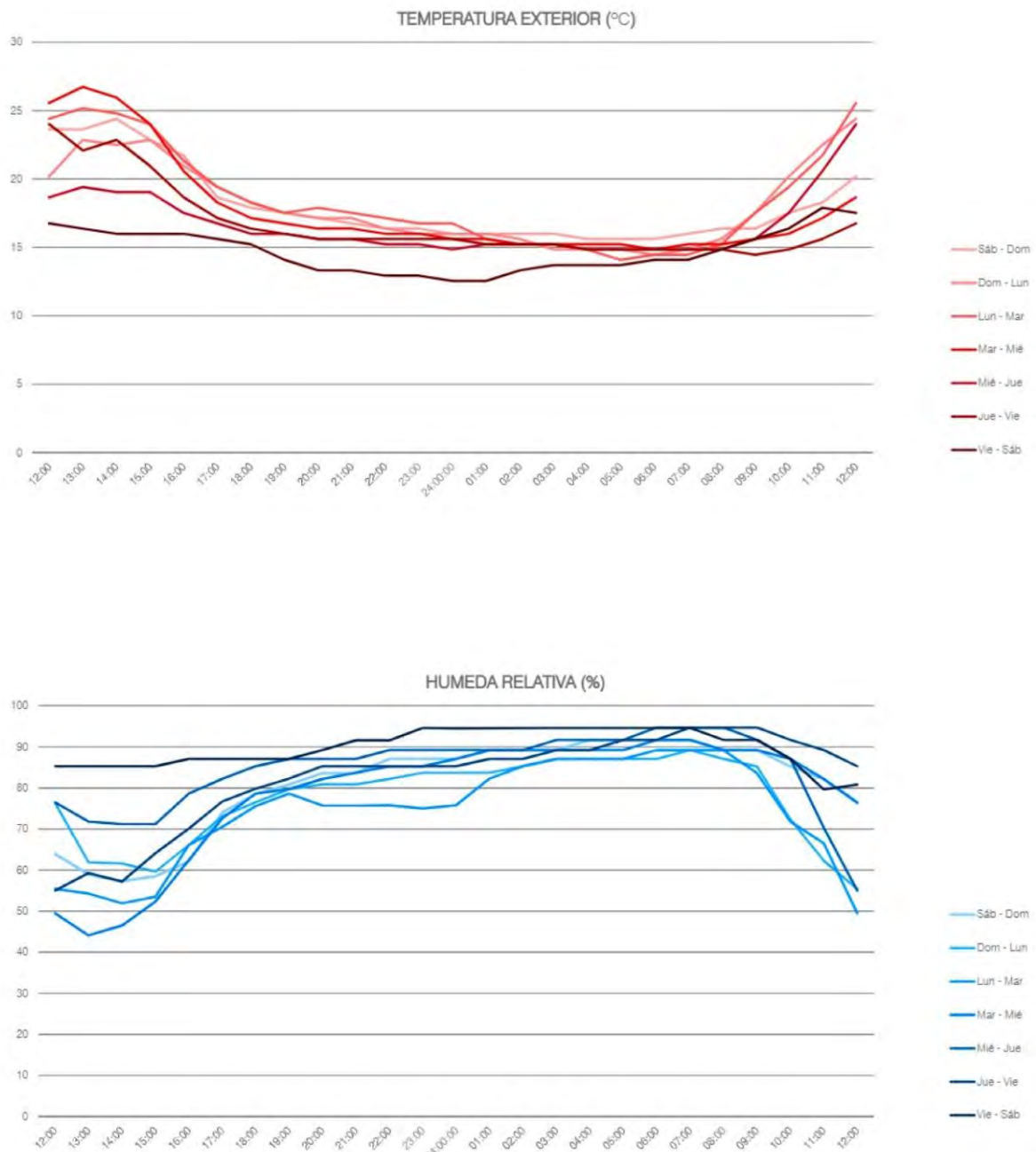


Figura 25. Humedad relativa exterior según registrador de temperatura y humedad relativa. Fuente: Campos (2016) en Investiga Territorios.

Figura 26. Temperatura relativa exterior según registrador de temperatura y humedad relativa. Fuente: Campos (2016) en Investiga Territorios.

Durante los meses de junio- diciembre los altos niveles de humedad permiten la revegetación de las laderas sin embargo las temperaturas llegan a los 13°C, de igual forma en los meses de enero – mayo las temperaturas llegan a los 25°C creando la atmósfera árida típica. Debido a la condición estacional de la loma se desarrollan los mapas de humedad y temperatura en relación con los espacios intersticiales en las diferentes temporadas.



Figura 27. Humedad relativa exterior en temporada árida. Elaboración propia.

MCMXVII

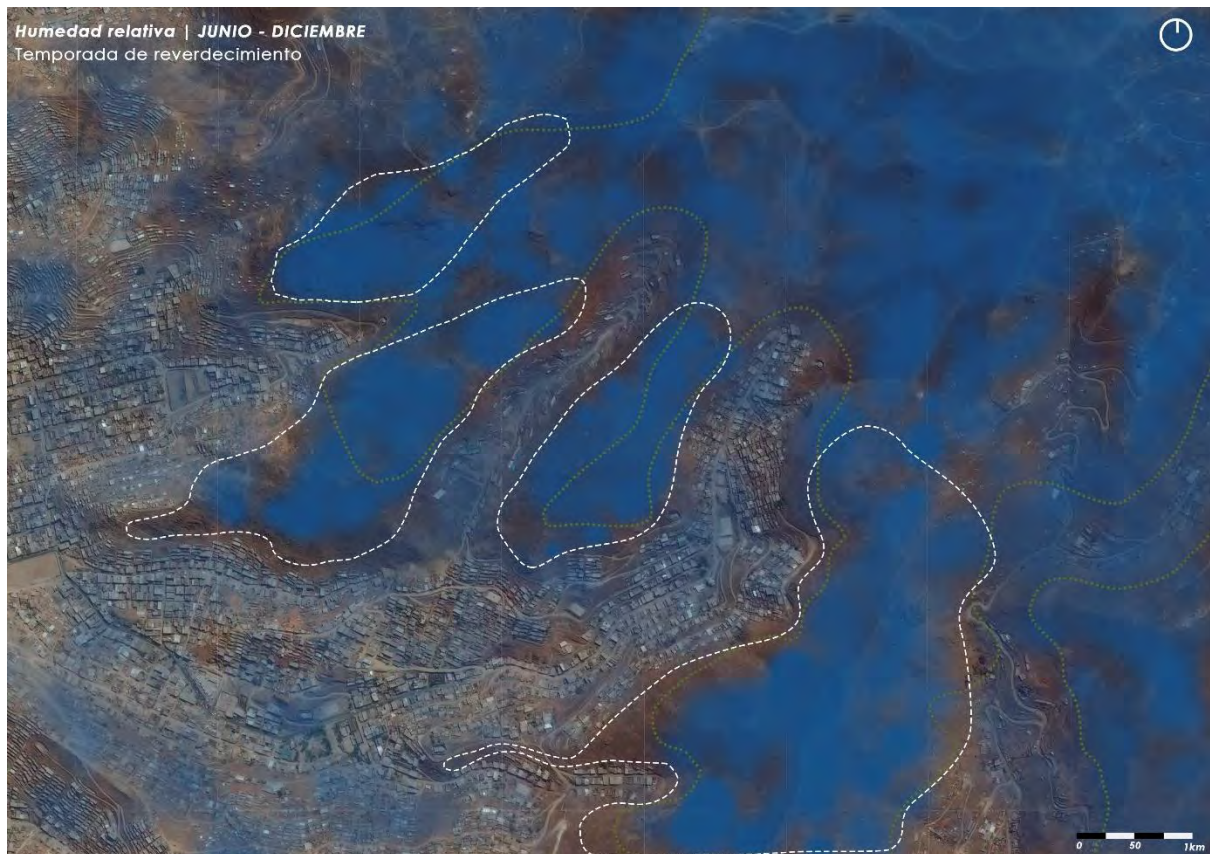


Figura 28. Humedad relativa exterior en temporada de reverdecimiento. Elaboración propia.



Figura 29. Temperatura relativa exterior en temporada árida. Elaboración propia.

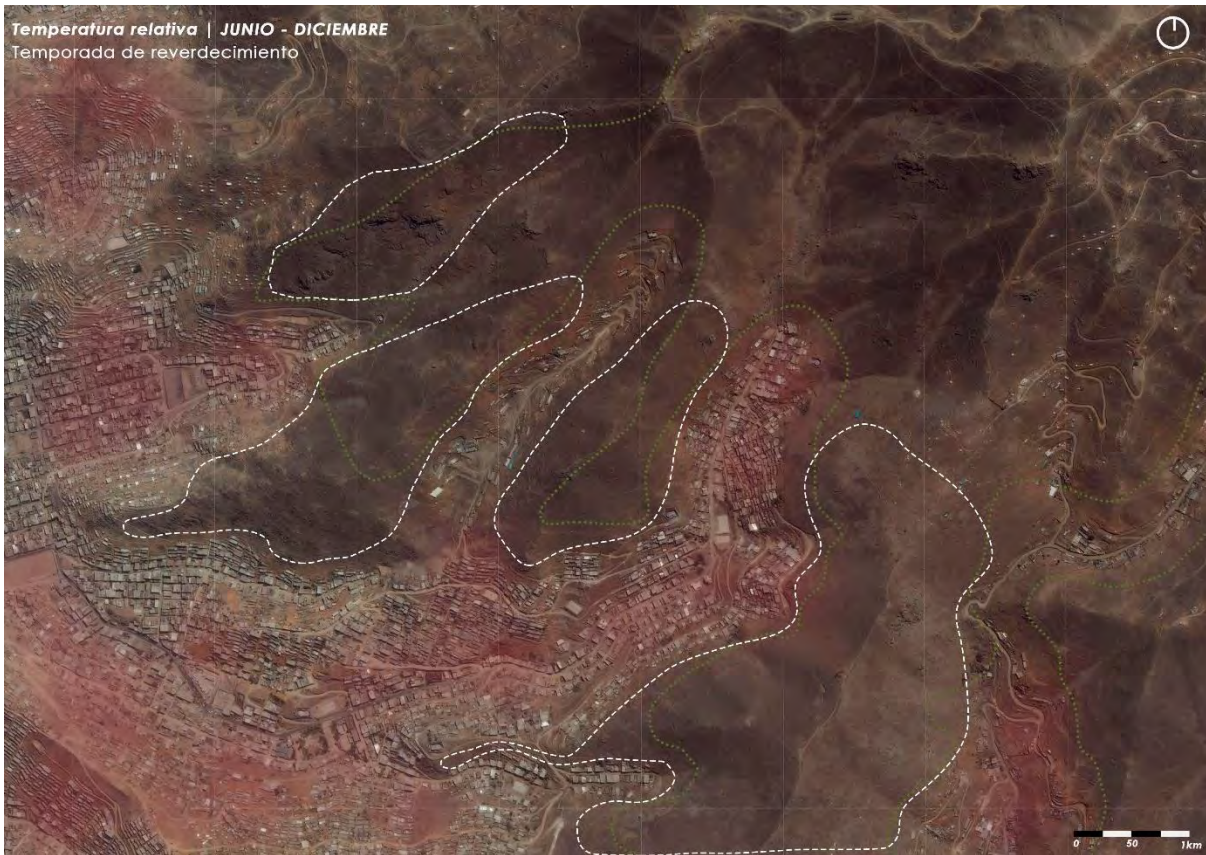


Figura 30. Temperatura relativa exterior. Elaboración propia.

### Resultado:

A través de los mapas estacionales se puede deducir que la diferencia de temperatura y humedad en la temporada árida y de revegetación proporciona como resultante que los espacios intersticiales son capaces de albergar un uso desde un punto de vista de confort térmico, sin embargo, este tendría que estar condicionado por una gradiente de usos en los pisos altitudinales y en las diferentes temporadas que propias del ecosistema natural intervenido.



## Análisis de la variable independiente

### a) Criterios respecto al servicio de Suministro

Se evalúa la posibilidad de formar espacio público en los espacios intersticiales a partir del servicio de captación de agua atmosférica, en función de las áreas a ocupar por atrapanieblas y vegetación arbórea; y si estas pueden ocupar espacios en riesgo de invasión además de cumplir con su capacidad riego de áreas públicas y agrícolas.

SERVICIOS DE SUMINISTRO	
CAPTACIÓN DE AGUA ATMOSFÉRICA	
<b>ECOSISTEMA Y BIODIVERSIDAD</b>	Los altos niveles de humedad de entre 80 y 100%, y la presencia de nieblas de las lomas son debido a la intercepción de nubes, llevadas por vientos alisios, con la cordillera de los Andes produciendo el fenómeno de la garúa, con precipitaciones entre 40 y 1000 mm/año.
<b>BIENESTAR HUMANO</b>	<b>Riego de cultivos</b> por los antiguos canales en zonas de producción como la tara o hortalizas <b>Consumo del agua</b> captadas tras previo proceso de purificación
<b>OBJETIVOS</b>	<b>Aprovechar la niebla</b> de las lomas para la captación de agua por medio de sistemas naturales y artificiales para la forestación de laderas y riego urbano.
<b>CRITERIOS</b>	<b>Captación de agua</b> mediante sistemas naturales, a través de árboles y arbustos con hojas cóncavas y follaje denso, y artificiales como los atrapanieblas
<b>ESTRATEGIA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Hacer rehuso</b> de las aguas de lluvias y sistemas de captación de nieblas para el mantenimiento de las áreas verdes del espacio públicos y riego de producción agrícola.</li> <li>2. <b>Implementación y especificación de áreas</b> para el sistema de captación artificial, atrapanieblas, y natural, árboles.</li> <li>3. <b>Generar los trazados de riego</b> y canalización de agua por medio de materiales reciclables.</li> </ol>
<b>INSTRUMENTOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>calcular los mm de agua captados</b> en áreas de arboles y atrapanieblas a modo de saber el área necesaria.</li> <li>2. <b>Plano de zonas</b> de captación, canales y área productivas propuestas.</li> </ol>

Cuadro 2: Identificación del servicio de captación de agua. Elaboración propia.

En primera instancia, para el cálculo de agua necesitada para riego de áreas públicas y de productos agrícolas, especialmente las hortalizas, se toma como referente el caso de la captación de agua en Chincha por el grupo Zabalquete (2015) debido a la similitud de condiciones físicas y ambientales con la loma de villa maría del triunfo.

Volumen captado por m<sup>2</sup> de atrapanieblas  
(Mayo 2012 - Marzo 2013)

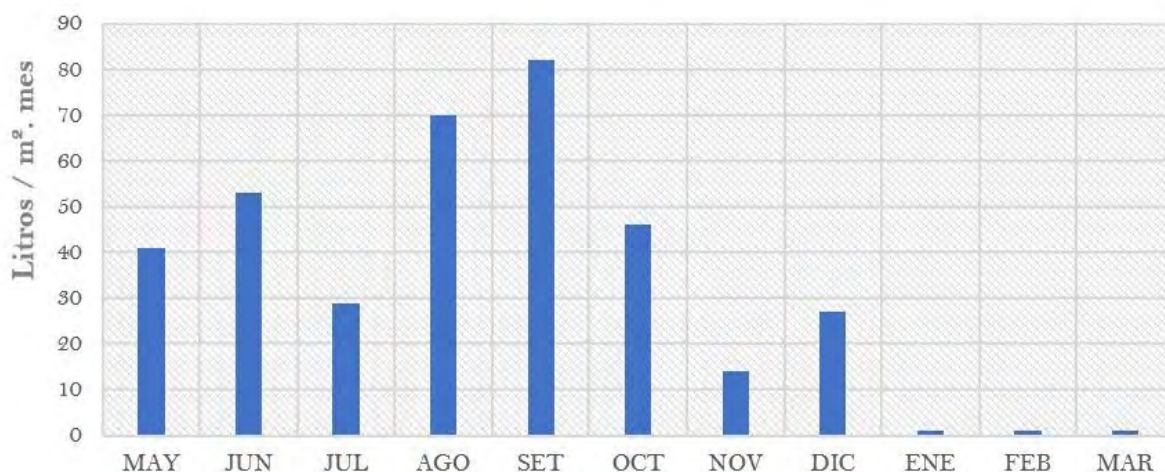


Tabla 1: Volumen captado por m<sup>2</sup> de atrapanieblas. Elaboración propia en base a Zabalqueta (2015)

Como se puede ver en el gráfico, la cantidad de agua captada por m<sup>2</sup>, considerando la baja en 3 meses, al año sería un total de 4308 litros por año usando atrapanieblas. En el caso del mes útil más bajo, noviembre, se capta un promedio de 15 L/m<sup>2</sup> por mes, o sea, que con atrapanieblas de 8 m<sup>2</sup> en un día se obtendrían unos 4L almacenados por atrapanieblas; de la misma forma, en el mes más alto, setiembre, se tendría unos 21L diarios.

En el Caso del riego para productos agrícolas, se entiende que una parcela de cultivo de hortalizas o sábila de media hectárea (5000 m<sup>2</sup>) necesitan aproximadamente uno 220L para su riego, se entiende que serían necesarios unos 28 atrapanieblas para su producción; por otra parte, para el riego de áreas verdes públicas se considerarían los meses de enero – abril puesto que en el resto de los meses la misma humedad ambiental servirá de riego, se toma entonces un valor de 10L/ m<sup>2</sup> (considerando que la municipalidad de VMT gasta aproximadamente 20L/ m<sup>2</sup> debido a la mala elección de vegetación idónea para la zona) para áreas verdes públicas. Para el caso de la vegetación captadora de agua, se tomarán los valores de los atrapanieblas reducidos en un 50%.

En segunda instancia se analiza el área que ocuparían el sistema de atrapanieblas y de vegetación captadora de agua en alturas mayores a 500msnm para su correcto funcionamiento, estas áreas estarían distribuidas en las cotas más elevadas de los espacios intersticiales.



Figura 31. Distribución de áreas ocupada por los sistemas de captación de agua en espacios intersticiales. Elaboración propia.

Área ocupada por sistemas de captación de agua atmosférica			
	Área total	Sistema artificial Atrapanieblas	Sistema natural Vegetación arbórea
A1	40,269 m <sup>2</sup>	10,369 m <sup>2</sup>	29,900 m <sup>2</sup>
A2	111,271 m <sup>2</sup>	30,291 m <sup>2</sup>	80,980 m <sup>2</sup>
A3	56,459 m <sup>2</sup>	16,070 m <sup>2</sup>	40,389 m <sup>2</sup>
A4	162,995 m <sup>2</sup>	63,910 m <sup>2</sup>	99,085 m <sup>2</sup>

Tabla 2: Área ocupada por sistemas de captación de agua en espacios intersticiales. Elaboración propia.

**Resultado:**

A partir de la superposición de áreas captadoras con el mapa de humedad (Figura 33) se obtiene que al instalar los sistemas naturales y artificiales de captación en la cima de los espacios intersticiales con cotas que alcanzan los 600msnm., se logra una mayor eficiencia debido a la gran concentración de humedad, considerando que los atrapanieblas necesitan ubicarse como mínimo en alturas de 500msnm. De la misma forma la superposición con el mapa de peligrosidad sísmica (Figura 32) muestra que, pese a las altas cotas en las que se emplazan, existe la posibilidad de instalación de los atrapanieblas y la vegetación captadora con una peligrosidad sísmica baja y baja- media, correspondientemente. Además, el sistema natural captador cumpliría con el rol de estabilización del suelo otorgando una mayor solidez a la formación del suelo.

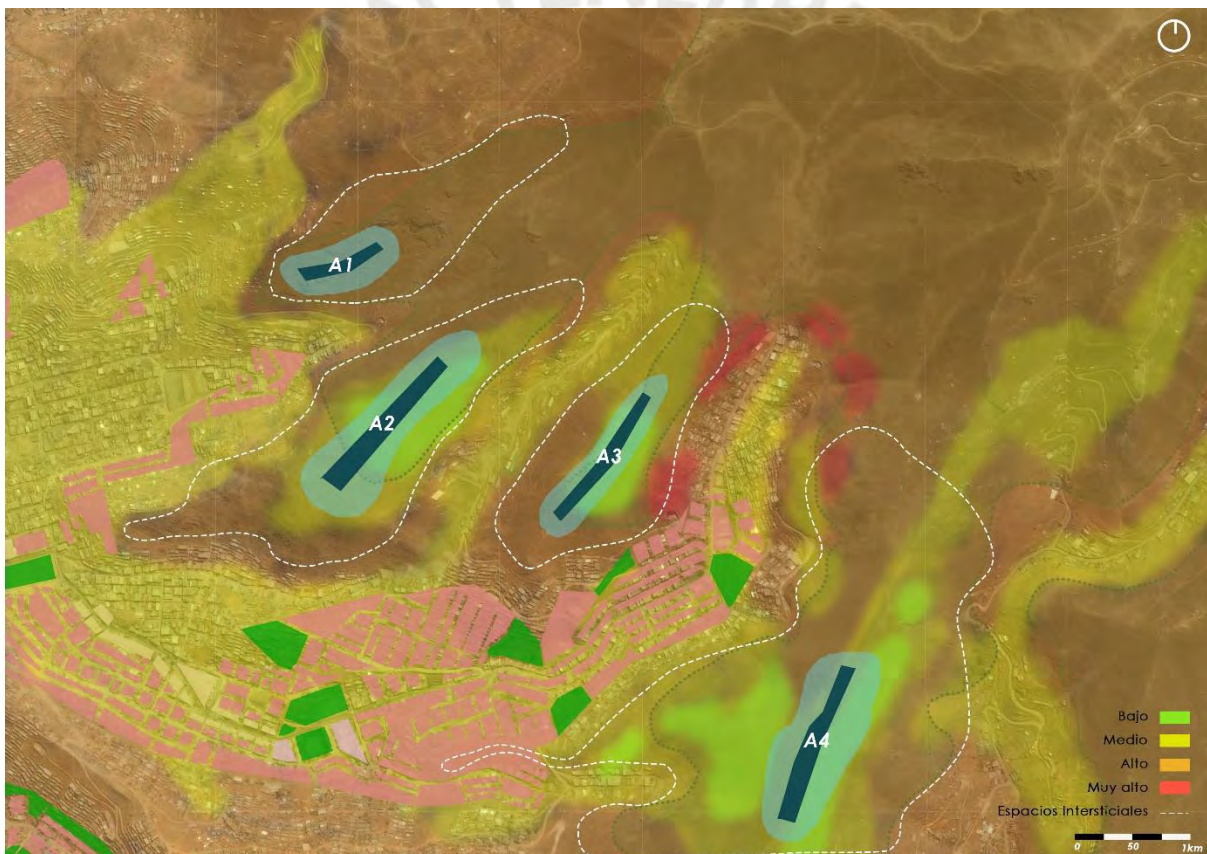
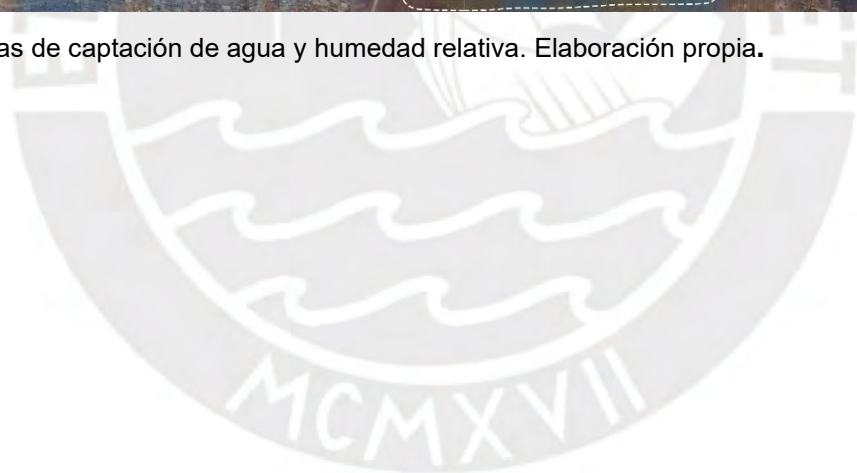


Figura 32. Áreas de captación de agua y el peligro sísmico. Elaboración propia.



Figura 33. Áreas de captación de agua y humedad relativa. Elaboración propia.



## b) Criterios respecto al servicio de Regulación

Se analiza la posibilidad de formar una primera línea de amortiguamiento en los espacios intersticiales ante la expansión urbana a partir de la reforestación con vegetación arbórea y arbustiva endémica que pueda adaptarse a las condiciones climáticas y cumpla principalmente el rol de purificación de aire. Para esto, en el cuadro 3 se identifican las principales características del servicio de regulación.

SERVICIOS DE REGULACIÓN	
PURIFICACIÓN DEL AIRE	
<b>ECOSISTEMA Y BIODIVERSIDAD</b>	La variedad de árboles incorporan gases contaminantes y partículas a través de las estomas, el follaje actúa como un biofiltro de la contaminación del aire.
<b>BIENESTAR HUMANO</b>	- Purificación del aire contaminado emitido por las industrias, minerías, basurales y polución de la ciudad.
<b>OBJETIVOS</b>	<b>Propiciar una red ecológica</b> que incorpore los fragmentos verdes existentes y proponga nuevos
<b>CRITERIOS</b>	<b>Reforestación e incremento de los niveles de biodiversidad</b> , priorizando la siembra de vegetación nativa en alto riesgo de extinción.
<b>ESTRATEGIA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Diferenciar entre la vegetación</b> captadora de agua, la que conformará la red ecológica de purificación de aire.</li> <li></li> <li><b>Propiciar un cinturón verde</b> que conforme la franja de amortiguamiento, a partir de las especies arbóreas y arbustivas endémicas.</li> </ol>
<b>INSTRUMENTOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Mapa de áreas de reforestación de árboles y arbustos</b> considerando las laderas orientadas al mar.</li> </ol>

Cuadro 3: Identificación del servicio de purificación de aire. Elaboración propia.

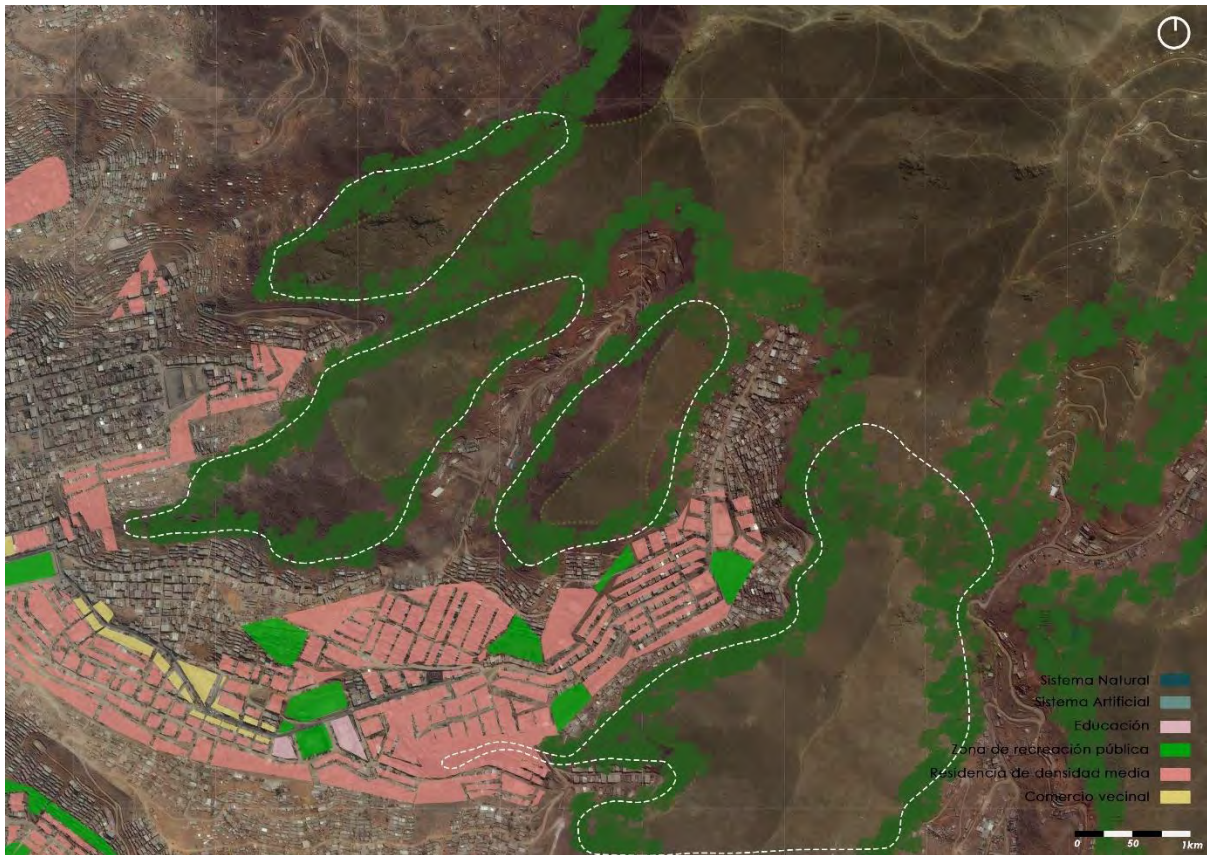


Figura 34. Delimitación espacial de la franja de amortiguamiento arbórea. Elaboración propia.

La factibilidad de esta franja arbórea se medirá en función de los componentes para la formación de la vegetación tales como niebla, vientos, altura y cercanía al mar. Teniendo en cuenta estas variables se elabora la figura 35 en la que se observa cómo la orientación de las laderas incidiría en una mayor y compleja estratificación vegetal, cuando la dirección del viento se encuentra perpendicular a las curvas de nivel. Además, en las entradas entre espacios intersticiales los vientos alisios forman unos microclimas que permiten la proliferación de la vegetación; sin embargo, cuando estas entradas son muy alargadas, este efecto solo se produciría hasta cierto tramo inicial. De la misma forma, la distancia al mar es determinante para la formación de especies arbóreas puesto que la gota de agua toma tiempo en condensarse es a partir de los 70km de distancia que puede darse el reverdecimiento.

Adicionalmente, en la imagen 36 se puede ver cómo las nieblas inciden en la formación de cada tipo de vegetación según el piso altitudinal en el que se encuentre, siendo los árboles los que requieren una mayor cantidad de agua y las hierbas o arbustos tendrían una mayor adaptación a la temporada árida.

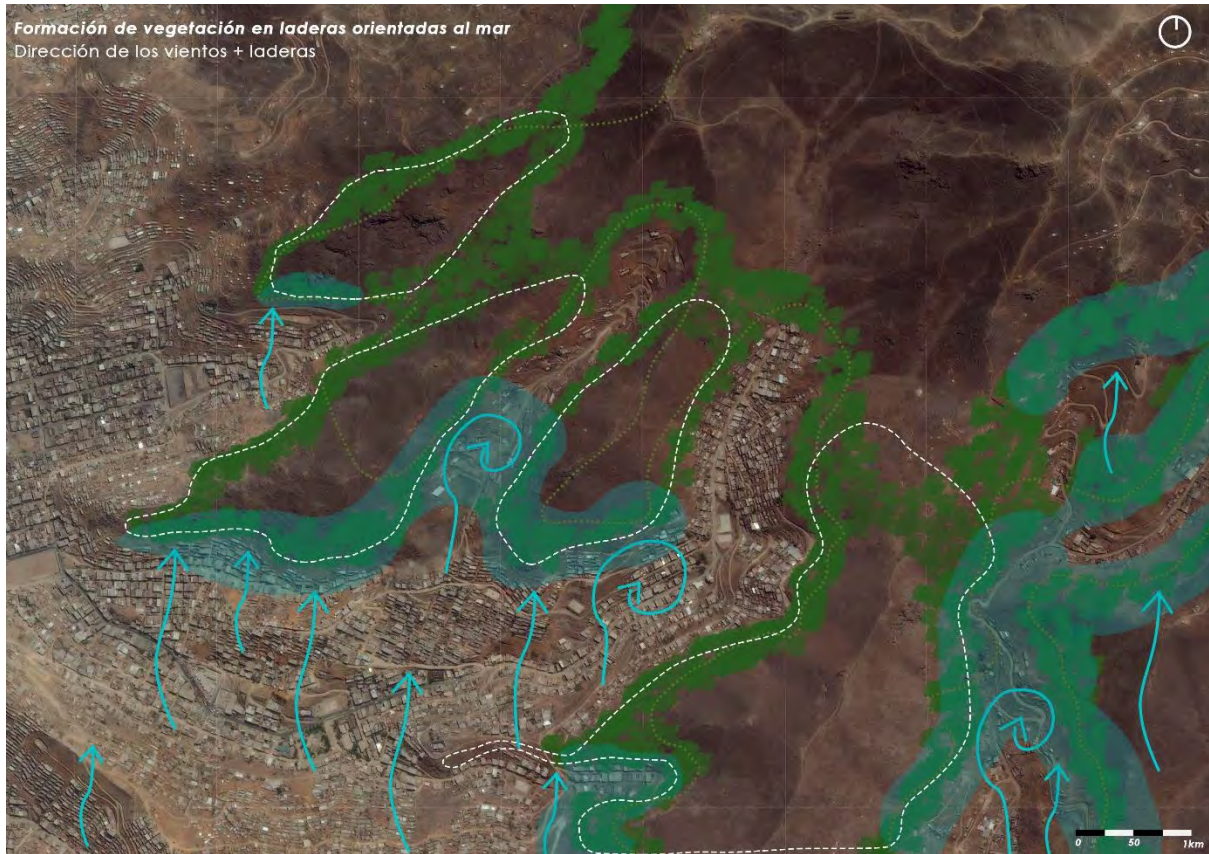


Figura 35. Formación de infraestructura vegetal en laderas orientadas al mar. Elaboración propia.

Formación de la Infraestructura Vegetal según las alturas y nieblas

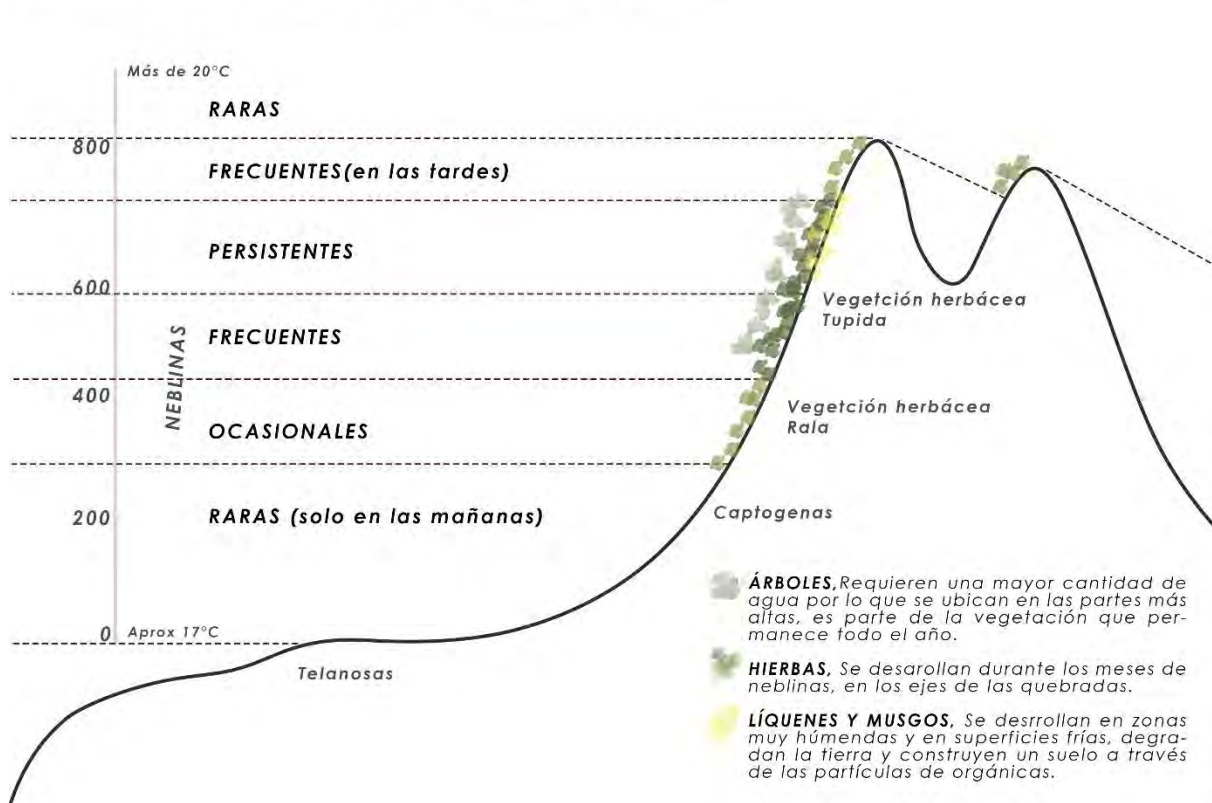


Figura 36 Formación de infraestructura vegetal según las alturas y nieblas. Elaboración propia.



**Resultado:**

La factibilidad de la reforestación de las laderas como línea continua de amortiguamiento en las lomas costeras a partir de una vegetación arbórea y arbustiva no es total puesto que el 60% de la franja abórea, incluso en temporadas de invierno, no se encontraría en las laderas orientadas al mar, y por ende no se concretaría la formación de la infraestructura vegetal, como se puede ver en la figura 37, Así mismo, en la figura 38 muestra cómo en la temporada de verano las cotas más bajas son las que mayores temperaturas alcanzan, y por ello serían las áreas más áridas generando un riego insostenible.



Figura 37. Franja de amortiguamiento y formación de infraestructura vegetal. Elaboración propia.

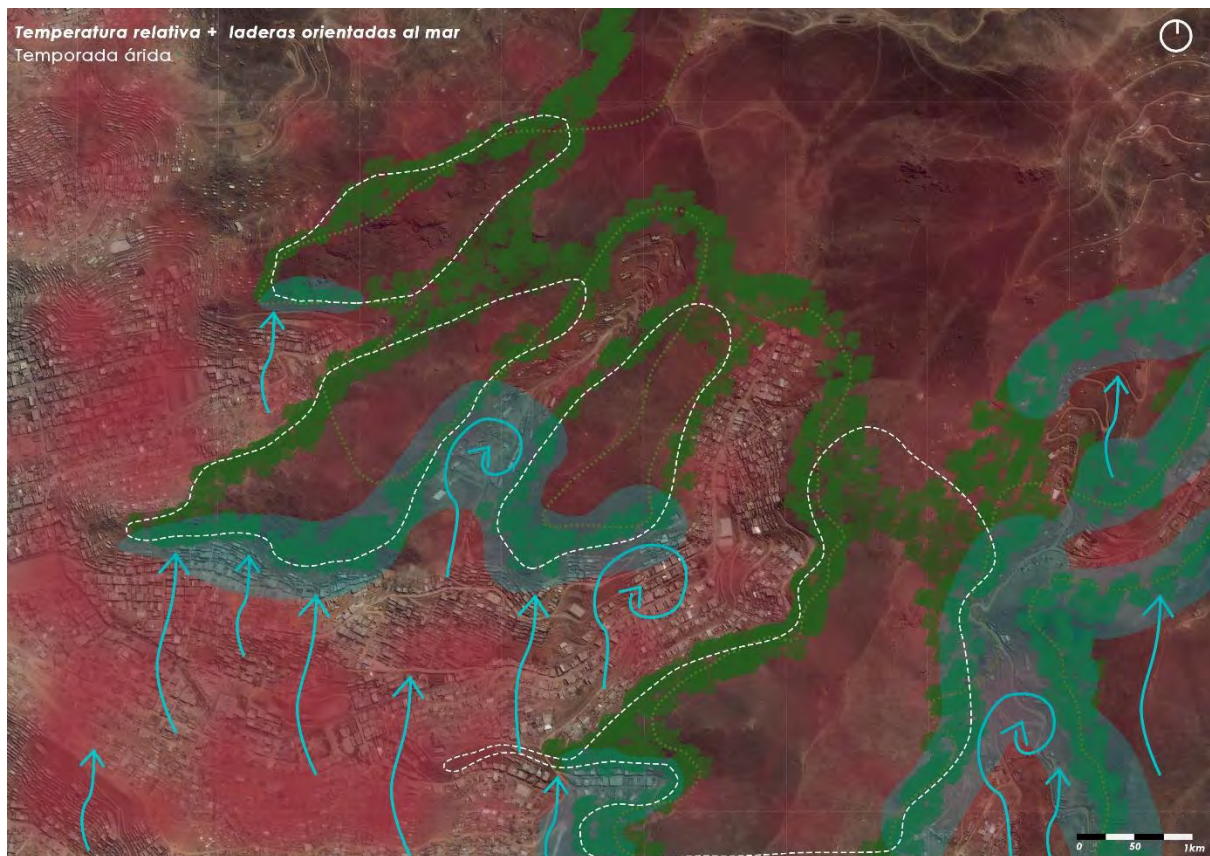


Figura 38. Franja de amortiguamiento y temperatura relativa. Elaboración propia.



### c) Criterios respecto a los servicios Culturales

Se evalúa a posibilidad de formar espacios articulados que sirvan de integración y alberguen diversas actividades que respondan al carácter y las necesidades de la zona urbana, así como la puesta en valor de los espacios intersticiales para favorecer el ecoturismo de la loma de Villa María del Triunfo.

## SERVICIOS CULTURALES

### VALOR ESTÉTICO, RECREACIÓN Y ECOTURISMO

<b>ECOSISTEMA Y BIODIVERSIDAD</b>	El carácter estacional del ecosistema produce un cambio de panorama del paisaje desértico a uno de lomas en el imaginario de la población limeña; a demás de la brotante diversidad de flora y fauna silvestre.
<b>BIENESTAR HUMANO</b>	-el reverdecimiento propicia actividades como el <b>ecoturismo</b> que pone en valor el territorio habitados, así como <b>oportunidades de trabajo, recreación y educación</b> . - <b>valor estético</b> que da un valor agregado a la zona urbana
<b>OBJETIVOS</b>	<b>Generar áreas de esparcimiento y recreativas</b> que permitan el disfrute de los habitantes y la concientización de la importancia del territorio que habitan.
<b>CRITERIOS</b>	<b>Creación de espacios</b> que puedan ser usados y protegidos
<b>ESTRATEGIA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propiciar la interacción de grupos generacionales</li> <li>2. <b>Propiciar actividades</b> lideradas por la asociación de vecinos, como escenarios para el compartir de saberes y generar sentido de pertenencia.</li> <li>3. <b>Diferenciación de las atmósferas del espacio público</b> para el desarrollo de actividades turísticas, como ciclismo y trekking; y actividades vecinales.</li> <li>4. Factibilidad de una red de <b>Creación de una red de miradores</b> en puntos estratégicos para potenciar los conos visuales del ecosistema.</li> </ol>
<b>INSTRUMENTOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>3 y 4. <b>Plano de zonas</b> , atmósferas públicas propuestas (Capas)</li> </ol> <p>Superficie de espacios públicos verdes (ha) / habitantes</p>

Cuadro 4: Identificación del servicio cultural. Elaboración propia.

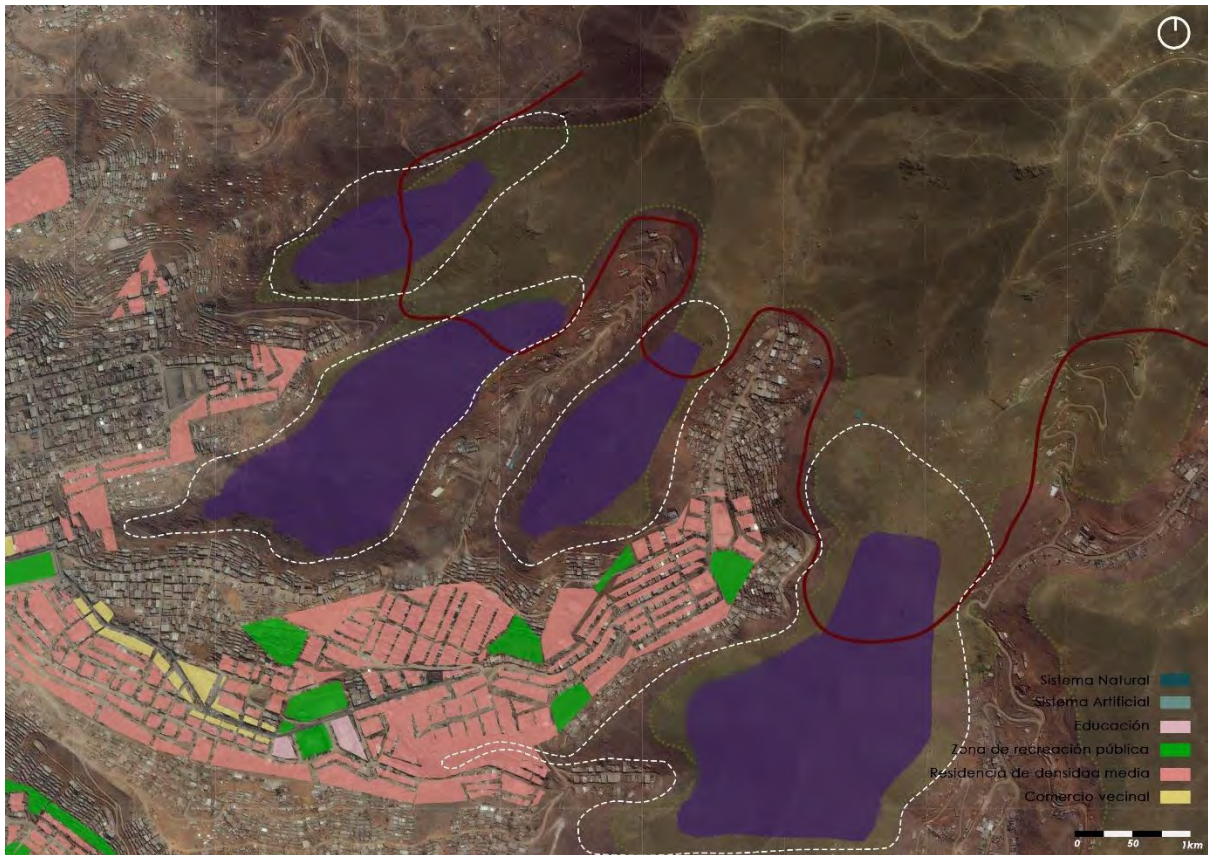


Figura 39. Distribución de áreas destinadas al espacio público insertado en el espacio intersticial. Elaboración propia.

La factibilidad de la creación de estos espacios públicos se medirá en función de las características físicas espaciales propias del entorno de loma de villa maría del triunfo.

## Resultados

La factibilidad de la creación de espacios que puedan ser usados y protegidos tendrá diferentes condicionantes. Como se puede ver en la figura 40 y 41, los niveles de humedad y temperatura permiten regular el uso del espacio público en cuanto a la propuesta de las actividades, estas variarán según la temporalidad de la loma. Así mismo, en la figura 42 se observa que es posible la ubicación de estos espacios de recreación debido a que se encuentran en laderas de una peligrosidad sísmica baja a intermedia y, por último, en la imagen 43 se observa que existen caminos no consolidados hacia estos espacios públicos que podrían desarrollarse considerando las pendientes a partir del sistema de andenerías.

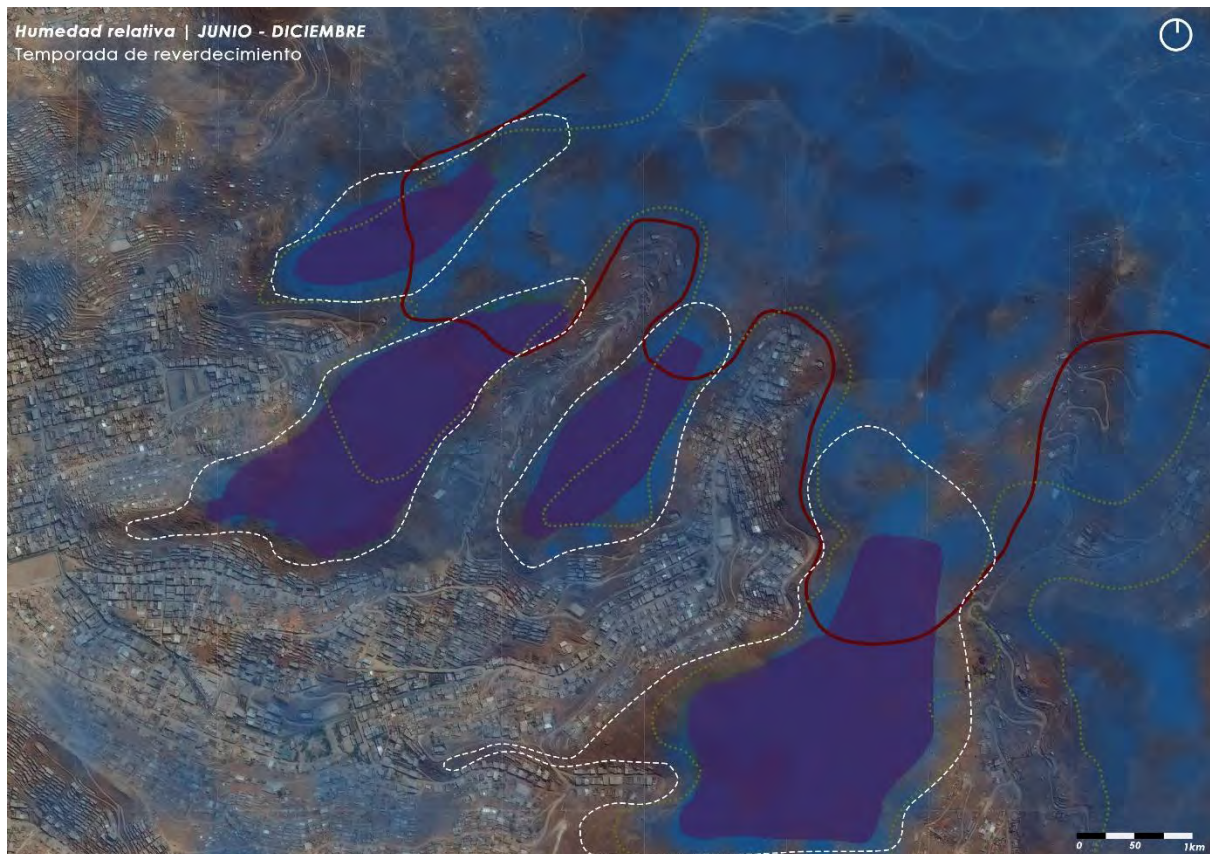


Figura 40. Áreas de espacio público y humedad relativa. Elaboración propia.

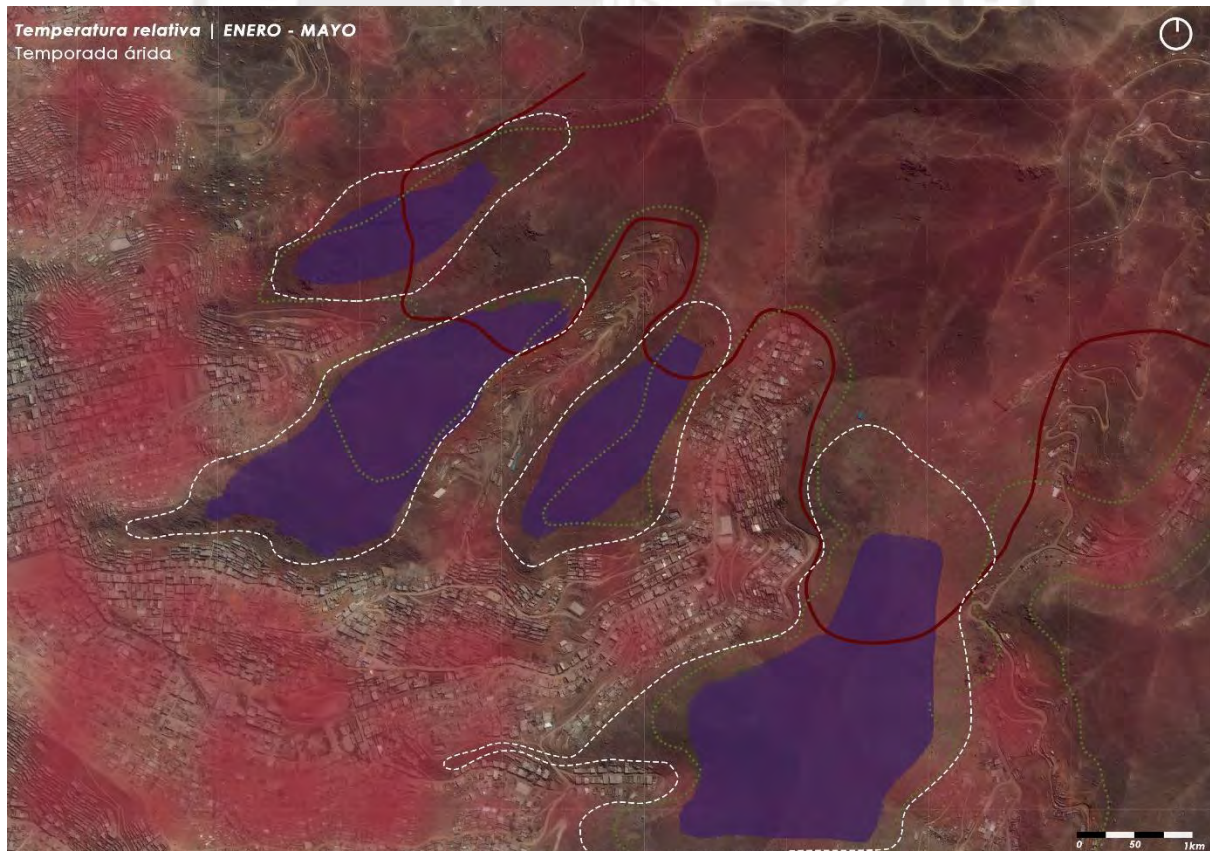


Figura 41. Áreas de espacio público y temperatura relativa. Elaboración propia.

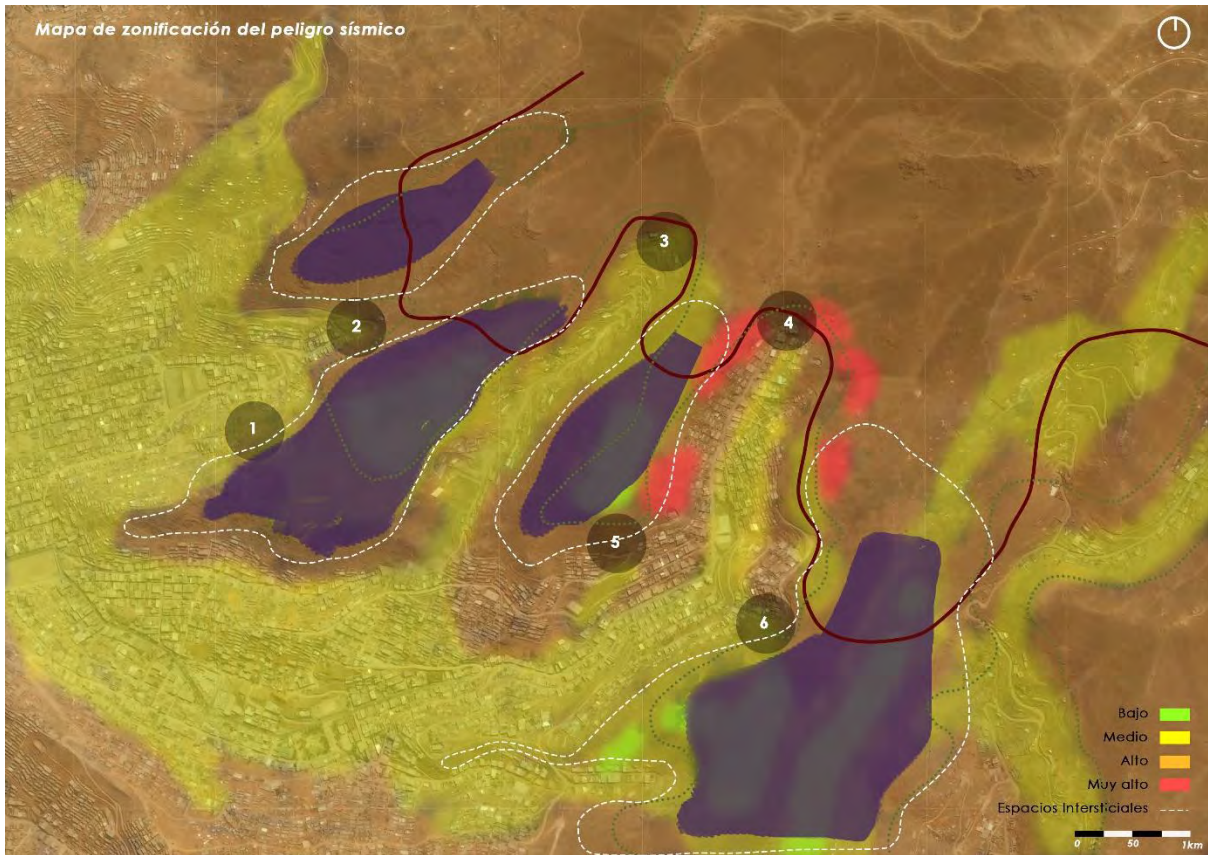


Figura 42. Áreas de espacio público y peligro sísmico. Elaboración propia.

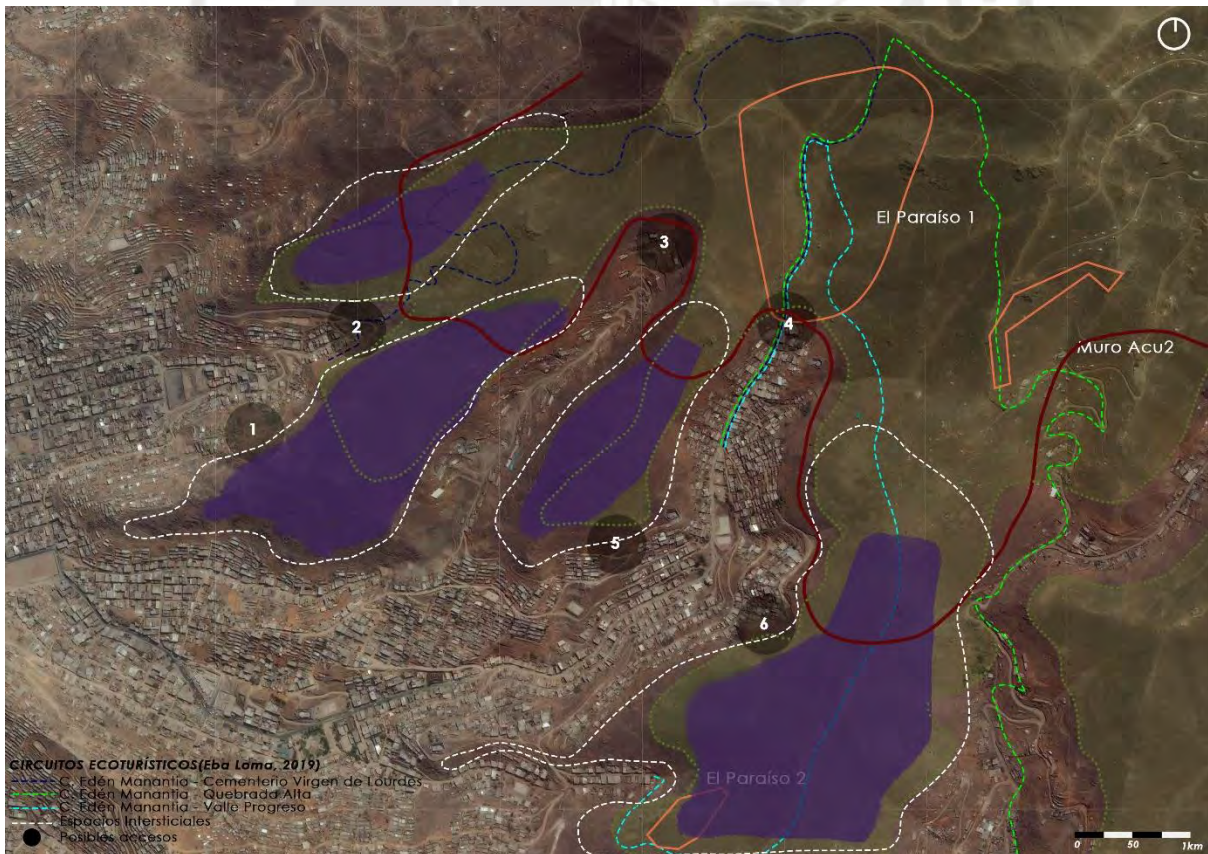


Figura 43. Áreas de espacio público y accesos. Elaboración propia.

### Resultados Generales

Como resultado general de la interacción entre la variable dependiente e independiente se superpone todos los criterios en un mapa de forma que se compatibiliza las áreas especificadas para la captación de agua, purificación de aire y la formación de espacios públicos; en las siguientes figuras se observa la posibilidad de conexión entre espacios intersticiales; sin embargo, en la figura 44 se observa un tramo de peligrosidad alta por el cual no se podría tener accesos. Así mismo, en las figuras 45 y 46 se puede identificar los usos cambiantes y permanentes según las estacionalidades y según los criterios.



Figura 44. Superposición de mapas, áreas de servicios ecosistémicos y riesgo sísmico. Elaboración propia.



Figura 45. Criterios de diseño y humedad relativa. Elaboración propia.



Figura 46. Criterios de diseño y temperatura relativa. Elaboración propia.



## Conclusiones

Es factible la formación del espacio público como zona de amortiguamiento puesto que se identifica una adecuada capacidad de los espacios intersticiales para incorporar los servicios ecosistémicos de suministro, regulación y culturales; sin embargo, se identifican limitaciones o condicionantes, que surgen a partir de las condiciones físicas propias del lugar, para el uso positivo y conservación de los servicios ecosistémicos.

La Importancia de esta investigación parte de relacionar los conceptos de servicios ecosistémicos como principales formadores de espacios públicos en los espacios intersticiales. Debido a que estos servicios son brindados por el mismo sistema natural, no interfieren su desarrollo, sino que, aparte del beneficio humano brindado contribuyen a la conservación del sistema de loma de Villa María del Triunfo.

La metodología del análisis plantea la ponderación de servicios ecosistémicos que permite organizarlos y evaluar los criterios de diseño según el beneficio ecosistémico dado, para posteriormente realizar la superposición de planos con los componentes de la variable dependiente. El análisis de la factibilidad de cada criterio aporta nuevas formas de medir la influencia de un servicio ecosistémico en el espacio público y qué tan capaz es el espacio intersticial para integrarlo en el proceso de diseño.

Los resultados obtenidos de la investigación permiten afirmar que los servicios ecosistémicos están presentes y permanecen en el sistema natural mas no pueden ser usados como elementos de diseño por si solos, si no que necesitan de componentes como el confort y la accesibilidad para generar el adecuado uso del servicio sin perjudicar el ecosistema. En el caso del servicio de suministro, se identifican factibles las áreas para la captación de agua a partir de las capas de peligro sísmico y humedad; para el servicio de regulación se observa que no es posible una continua franja arbórea de amortiguamiento en su totalidad y para esto fue necesario contar con las capas de humedad, temperatura y vientos; y por último en el caso del servicio cultural, se identifica que los posibles usos o actividades que podrían darse en los espacios intersticiales estarán condicionados a todas las capas mencionadas.

Los espacios intersticiales son identificados como grandes áreas que conforman un vacío urbano debido a sus características espaciales y geológicas con cotas muy elevadas hasta los 600 m.s.n.m. y pendientes que tienen una inclinación de hasta 10%; sin embargo, se reconoce que estos tienen la posibilidad de albergar y generar nuevos espacios de integración a partir de la formación del espacio público que integre criterios de diseño basados en

servicios ecosistémicos, los cuales servirán para delimitar las áreas necesarias a ocupar según las condiciones de confort y accesibilidad.

### **Bibliografía APA:**

Águila, J. (2014). Espacio intersticial Surgimiento y transformación: Caso: Tonalá, Jalisco en México. Isla de la Cartuja, Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía. Recuperado de: [https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3611/2015\\_tonala\\_978-84-7993-260-2.pdf](https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3611/2015_tonala_978-84-7993-260-2.pdf)

Alohou, E., Ouinsavi, C., Sokpon, N. (2016). Fragmentation des écosystèmes forestiers: Définitions des concepts et évolution des méthodes d'évaluation. International Journal of Innovation and Applied Studies, 17(2), 474-486. Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/publication/308202567\\_Fragmentation\\_des\\_ecosystemes\\_for\\_estiers\\_Definitions\\_des\\_concepts\\_et\\_evolution\\_des\\_methodes\\_d\\_evaluation](https://www.researchgate.net/publication/308202567_Fragmentation_des_ecosystemes_for_estiers_Definitions_des_concepts_et_evolution_des_methodes_d_evaluation)

Apedjinou, K. (2019). *Impacto del crecimiento urbano en la alteración y degradación del ecosistema de las lomas de Villa María del Triunfo* (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Recuperado de:

[http://repositorio.urp.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/URP/2863/ECOL\\_T030\\_000605975\\_M%20%20%20APEDJINOUE%20KOMLAVI.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/URP/2863/ECOL_T030_000605975_M%20%20%20APEDJINOUE%20KOMLAVI.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Balvanera, P., Castillo, A., Chavero, E., Caballero, K., Quijas, S., Flores, A., Galicia, C., Martínez, L., Saldaña, A., Sánchez, M., Maass, M., Ávila, P., Martínez, Y., Galindo, L., & Sarukhán, J. (2015). Marcos conceptuales interdisciplinarios para el estudio de los servicios ecosistémicos en América Latina. En P. Laterra, E. Jobbágy, J. Paruelo (Ed.), *Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, Herramientas y Aplicaciones para el Ordenamiento Territorial* (pp.38-67). Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA. Recuperado de:

[https://ced.agro.uba.ar/ubatic/sites/default/files/files/libro\\_serv\\_ecosist/pdf/Capitulo\\_02.pdf](https://ced.agro.uba.ar/ubatic/sites/default/files/files/libro_serv_ecosist/pdf/Capitulo_02.pdf)

Bazant, J. (2001). Interpretación teórica de los procesos de expansión y consolidación urbana de las periferias. Revista Estudios Demográficos y Urbanos. v. 16, no. 2 (47). El Colegio de México, 351-374. Recuperado de:

<https://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/article/view/1122/1115>

Borja, J., y Muxí, Z. (2001). Centros y espacios públicos como oportunidades. Perfiles Latinoamericanos, (19), 115-130. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=115/11501906>

Caballero, N. (2014). Revisión del marco conceptual sobre Servicios Ecosistémicos. En N. Caballero (Ed.), *Memoria de los Foros Técnicos sobre servicios ecosistémicos en Uruguay*. Montevideo, Uruguay: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de:

[https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/8401E92D-C23D-4CB8-1C59-5CA71AD404A8/attachments/Foros%20T%C3%A9cnicos%20sobre%20Servicios%20Ecosist%C3%A9micos\\_Memorias.pdf](https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/8401E92D-C23D-4CB8-1C59-5CA71AD404A8/attachments/Foros%20T%C3%A9cnicos%20sobre%20Servicios%20Ecosist%C3%A9micos_Memorias.pdf)

Del Castillo, J. M. (2015). Lima biotopo: ecosistemas de montaña, patrimonio arqueológico indígena y activismo en los intersticios urbanos de la megalópolis andina. En VII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Montevideo. Barcelona: Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado de:

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/80488/26MVD\\_DelCastilloJuan.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/80488/26MVD_DelCastilloJuan.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Espinoza, C. (2016). New urban system for the coast of Perú. Recuperado de:

[https://issuu.com/carlosespinoza88/docs/new\\_urban\\_system\\_for\\_the\\_coast\\_of\\_p?fbclid=IwAR2Cmy\\_fYNOg\\_5M-pSTHdAtTpm2nvsg6wiZHTJANoAleBnu1-nrllincHGg](https://issuu.com/carlosespinoza88/docs/new_urban_system_for_the_coast_of_p?fbclid=IwAR2Cmy_fYNOg_5M-pSTHdAtTpm2nvsg6wiZHTJANoAleBnu1-nrllincHGg)

Forero, L. (2015). *Intersticios urbanos ambientales, elementos articuladores desde el espacio público: Caso Río Fucha Tramo Carrera 10° - Carrera 30* (Tesis de magister). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Recuperado de:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15557/ForeroRodriguezLuisAlejandro2014.pdf?sequence=1>

Galdames, D. (2014). Primer Lugar Concurso Juan Gunther en Lima, Perú. Recuperado de:

<https://www.archdaily.pe/pe/02-338055/primer-lugar-concurso-juan-gunther-en-lima-peru/530798c3c07a806b060000ed>

Gamboa, P. (2019). República del Perú: Sistema de Lomas Costeras. Lima: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP. Recuperado de:

<https://patrimoniomundial.cultura.pe/sites/default/files/li/pdf/17.%20Sistema%20de%20Lomas%20-%20Esp.pdf>

Ioris, A. (2018). Los servicios de agua en Lima, Perú. En I. Barajas, J. Mahlkecht, M. Kjellén y A. Mejía-Betancourt. (Ed.), *Agua y ciudades en América Latina: Retos para el desarrollo sostenible* (pp. 84-95). New York, Estados Unidos: Mejía-Betancourt, Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de:

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Agua-y-ciudades-en-Am%C3%A9rica-Latina-Retos-para-el-desarrollo-sostenible.pdf>

Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 17 de junio de 1997. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-26834.pdf>

Ludeña, W. (2006). Ciudad y patrones de asentamiento: Estructura urbana y tipologización para el caso de Lima. *EURE (Santiago)*, 32(95), 37-59. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/eure/v32n95/art03.pdf>

Mendoza, P. (2019). Puertas Lomas – Lima (Tesis de maestría). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. Recuperado de:

[https://issuu.com/pedromendozaavila/docs/tfm\\_puertas\\_lomas\\_pedromendoza\\_comp](https://issuu.com/pedromendozaavila/docs/tfm_puertas_lomas_pedromendoza_comp)

Nieuwland, B., y Mamani, J. M. (2017). Las lomas de Lima: enfocando ecosistemas desérticos como espacios abiertos en Lima metropolitana. *Espacio y Desarrollo*, (29), pp. 109-133. Recuperado de: <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201701.005>

Proyecto Lomas (2016). Recuperado de:

<http://proyectolomas.weebly.com/>

Ramiro, J., Pizarro, F. y Orejón, C. (2014). Crecimiento urbano, cambio climático y ecosistemas frágiles: el caso de las lomas de Villa María del Triunfo en Lima Sur. En Jungbluth, W., *Perú Hoy, Cambio climático. Poder, discursos y prácticas*. Lima, Perú: Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo (DESCO). Recuperado de: <https://urbano.org.pe/descargas/investigaciones/PERU-HOY/PH-2014.pdf>

Segovia, O. y Jordán, R. (2005). *Espacios públicos urbanos, pobreza y construcción social*. Santiago, Chile: CEPAL, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Recuperado de:

[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5660/1/S0501090\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5660/1/S0501090_es.pdf)