

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Tecnologías de captación de agua de niebla
para el desarrollo sostenible en la loma de
Tacahuay, Tacna, 2021**

Vanessa Tatiana Lopez Nuñez

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

llo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Mg. Edwin Natividad Gabriel Campos

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a todas las personas que me apoyaron en esta investigación.

A mi asesor, por sus enseñanzas, su comprensión y su paciencia para saberme guiar en el logro de mis objetivos

A los investigadores y tesisistas profesionales, que me permitieron entrevistarlos y me brindaron información valiosa

Y, por último, a la Universidad Continental, por haberme concedido la oportunidad de lograr mis metas profesionales

DEDICATORIA

A mis padres, quienes siempre me inculcaron valores, me brindaron su confianza e hicieron sacrificios a lo largo de toda mi formación profesional. Especialmente, les agradezco la confianza que depositaron en mí, la cual me ayudó a cumplir cada una de mis metas. También dedico este trabajo a mis abuelos, quienes siempre tuvieron los consejos precisos para cada situación, me brindaron su apoyo incondicional durante estos años, creyeron en mí e hicieron que yo confíe en mí misma.

Índice

| | |
|--|------|
| AGRADECIMIENTO | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT | ix |
| INTRODUCCIÓN..... | x |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO | 1 |
| 1.1. Planteamiento y formulación del problema..... | 1 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema..... | 1 |
| 1.1.2. Formulación del problema | 2 |
| 1.2. Objetivos..... | 3 |
| 1.2.1. Objetivo general..... | 3 |
| 1.2.2. Objetivos específicos | 3 |
| 1.3. Justificación | 3 |
| 1.3.1. Justificación teórica..... | 3 |
| 1.3.2. Justificación ambiental..... | 3 |
| 1.3.3. Justificación metodológica..... | 4 |
| 1.4. Hipótesis y descripción de variables..... | 4 |
| 1.4.1. Hipótesis | 4 |
| 1.4.2. Variable..... | 4 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1. Antecedentes del problema..... | 6 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 13 |
| 2.2.1. Lomas costeras..... | 13 |
| 2.2.2. Tecnologías prehispánicas para aprovechamiento del agua | 19 |
| 2.2.3. El atrapanieblas y su importancia | 27 |
| 2.2.4. Tipos de atrapanieblas..... | 31 |
| 2.2.5. Loma de Tacahuay | 33 |
| 2.3. Definición de términos básicos..... | 34 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA..... | 36 |
| 3.1. Métodos y alcance de la investigación | 36 |
| 3.2. Diseño de la investigación | 36 |

| | |
|--|----|
| 3.3. Población y muestra..... | 36 |
| 3.3.1. Población..... | 36 |
| 3.3.2. Muestra | 36 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 37 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 38 |
| 4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información | 38 |
| 4.1.1. Dinámica geográfica y ecológica de la Loma de Tacahuay..... | 38 |
| 4.1.2. Contexto histórico de atrapanieblas de la Loma Tacahuay | 49 |
| 4.1.3. Beneficios y ventajas de los atrapanieblas en la Loma de Tacahuay..... | 56 |
| 4.1.4. Tecnología de atrapanieblas como técnica de recuperación y aprovechamiento sostenible de recursos hídricos en la Loma de Tacahuay..... | 59 |
| 4.2. Discusión de resultados | 62 |
| CONCLUSIONES..... | 65 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 66 |
| ANEXOS..... | 75 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|------|
| Tabla 1. | Comparativo entre las tecnologías prehispánicas para el aprovechamiento de agua. | 266 |
| Tabla 2. | Captación de agua de niebla en diferentes partes del mundo..... | 2929 |
| Tabla 3. | Rendimiento de captación de agua de niebla en las regiones del Perú | 31 |
| Tabla 4. | Tipos de atrapanieblas | 31 |
| Tabla 5. | Grupo de informantes clave.. | 377 |
| Tabla 6. | Promedio de datos hidrometeorológicos de las estaciones cercanas a la Loma de Tacahuay del año 2017 hasta marzo de 2020..... | 422 |
| Tabla 7. | Riqueza de especies por familias en la Loma de Tacahuay durante los periodos 2010 y 2011. | 433 |
| Tabla 8. | Formas de crecimiento de especies registradas en la Loma de Tacahuay durante los años 2010 y 2011. | 444 |
| Tabla 9. | Fauna silvestre registrada en la primera salida de campo a la Loma de Tacahuay (Diciembre, 2007)..... | 466 |
| Tabla 10. | Sistemática de artrópodos en la Quebrada de Carrizales de la Loma de Tacahuay (2014)..... | 477 |
| Tabla 11. | Presiones antrópicas de la Loma de Tacahuay..... | 488 |
| Tabla 12. | Servicios Ecosistémicos de la Loma de Tacahuay..... | 499 |
| Tabla 13. | Costos para la fabricación y mantenimiento de un atrapanieblas. | 6060 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|------|
| Figura 1. | Formación de las lomas costeras..... | 14 |
| Figura 2. | Sistema de Producción Waru waru-Altiplano de Puno..... | 200 |
| Figura 3. | Respiradores de canales subterráneos de los acueductos prehispánicos..... | 211 |
| Figura 4. | Pequeño Jagüey en forma de media luna. Tomada de “Diseño y construcción de Jagüeyes” | 222 |
| Figura 5. | Chimenea u ojo de sección helicoidal con canto rodado y detalle de la galería subterránea y vista de zanja abierta. Tomada de “Puquios, qanats y manantiales: gestión del agua en el Perú antiguo”..... | 233 |
| Figura 6. | Fragmento de una cocha donde se muestra la distribución de las camas y camellos. Tomada de “Desarrollo y perspectivas de los sistemas de andenería de los Andes centrales del Perú” | 244 |
| Figura 7. | Formación de Mahames. Tomada de “Historia Incaica” | 244 |
| Figura 8. | Panel de atrapanieblas ubicado en una de las colinas de Paraíso, Lima. | 255 |
| Figura 9. | El árbol Garoe, pintado en el S. XVIII..... | 288 |
| Figura 10. | Sistema de captación de agua de niebla. | 333 |
| Figura 11. | Puntos delimitados de la Loma de Tacahuay. | 388 |
| Figura 12. | Mapa Fisiográfico del Perú | 399 |
| Figura 13. | Mapa de clima de la Loma de Tacahuay..... | 4040 |
| Figura 14. | Mapa de estaciones hidrometeorológicas del Perú. | 41 |
| Figura 15. | Trabajos de investigación sobre atrapanieblas en ecosistemas de Lomas por años. | 5151 |
| Figura 16. | Cantidad de investigaciones sobre atrapanieblas en ecosistemas de Lomas por universidades..... | 5252 |
| Figura 17. | Diferencias de los beneficios y ventajas de los atrapanieblas..... | 599 |
| Figura 18. | Diseño del atrapanieblas bidimensional..... | 6161 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como eje de estudio la Loma de Tacahuay, ubicada al norte del departamento de Tacna y al sur del departamento de Moquegua, en el límite de ambas regiones. Se planteó como objetivo general analizar la tecnología de atrapanieblas como técnica de recuperación y aprovechamiento sostenible de recursos hídricos en el ecosistema. Los objetivos específicos fueron conocer su dinámica geográfica y ecológica, describir el contexto histórico de los atrapanieblas de la Loma de Tacahuay como técnica prehispánica, e identificar los beneficios y las ventajas de los atrapanieblas como tecnologías sostenibles. Para alcanzar estos objetivos, el método utilizado fue la aplicación de las técnicas de la entrevista en profundidad a informantes clave y el análisis documental. Los instrumentos que permitieron recolectar los datos fueron el guión de entrevista y la ficha de transcripción de estas. Los resultados mostraron que la Loma de Tacahuay es un espacio que ha sido habitado por pobladores desde hace muchos años, y que el atrapanieblas es una técnica con diversos beneficios y ventajas. Se llegó a la conclusión de que, gracias a las condiciones geográficas y climatológicas del ecosistema, sería muy aprovechable aplicar esta técnica para recuperar el agua presente en la niebla y así poder contribuir a su desarrollo sostenible.

Palabras claves: atrapanieblas, lomas, niebla, técnica prehispánica, Loma de Tacahuay.

ABSTRACT

The present research work had as its axis of study the Loma de Tacahuay, located north of the department of Tacna and south of the department of Moquegua, on the border of both regions. The general objective was to analyze fog catcher technology as a recovery technique and sustainable use of water resources in the ecosystem. The specific objectives were to know its geographic and ecological dynamics, to describe the historical context of the Loma de Tacahuay fogcatchers as a pre-Hispanic technique, and to identify the benefits and advantages of fogcatchers as sustainable technologies. To achieve these objectives, the method used was the application of in-depth interview techniques to key informants and documentary analysis. The instruments that allowed the data to be collected were the interview script and the transcription form of these. The results showed that the Loma de Tacahuay is a space that has been inhabited by residents for many years, and that the fog catcher is a technique with various benefits and advantages. It was concluded that, thanks to the geographical and climatological conditions of the ecosystem, it would be very useful to apply this technique to recover the water present in the fog and thus be able to contribute to its sustainable development.

Key words: fog catcher, hills, fog, prehispanic technique, Tacahuay hill.

INTRODUCCIÓN

Las Lomas Costeras, debido a que son “islas de vegetación” en el desierto, han tenido gran importancia económica y ambiental, ya que siempre han proporcionado leña, forraje y madera, y han atenuado las condiciones de extrema aridez del desierto costero; sin embargo, a pesar de todo eso, siguen siendo amenazadas por el crecimiento urbano, el sobrepastoreo, la desertificación y la tala excesiva. Del mismo modo, en la actualidad, no se está aprovechando el agua presente en la niebla de la Loma de Tacahuay, por lo que la presente investigación busca destacar la importancia de las tecnologías de captación de agua de niebla.

En ese marco, los atrapanieblas son una técnica de gran importancia, ya que sirven para captar el agua presente en la niebla y, a su vez, son utilizados para la reforestación de este tipo de ecosistemas. A lo largo de los años, se ha obtenido mayor conocimiento sobre esta tecnología y se busca seguir promoviendo su importancia.

El trabajo se ha ordenado bajo la siguiente estructura: El capítulo I muestra el planteamiento y formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación e importancia del trabajo y la variable. En el capítulo II, se describe el marco teórico, exponiendo los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos básicos relacionados con la tecnología de captación de agua de niebla y los ecosistemas de lomas. El capítulo III define la metodología empleada, el alcance que es de tipo exploratorio y el diseño de la investigación, la población y muestra, y las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados. El capítulo IV muestra los resultados del tratamiento y análisis de la información y la discusión de resultados de la tecnología de atrapanieblas como captador de agua. Finalmente, se desarrollan las conclusiones.

En resumidas cuentas, mediante esta investigación, se promoverá la importancia de buscar otras técnicas para el aprovechamiento del agua, que no sean las convencionales, debido a que en muchos lugares aún se sigue enfrentando una crisis en la obtención de esta por diversas razones. Lo que se quiere lograr, entonces, es cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible, promoviendo la utilización consciente de los ecosistemas para satisfacer las necesidades actuales sin perjudicar a las de las futuras generaciones, para, de esta manera, combatir la degradación de la tierra.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Las Lomas Costeras son ecosistemas muy importantes, ya que albergan distintas especies de flora y fauna; sin embargo, en la actualidad, están en vías de desaparición debido a la desertificación, la sobreexplotación, el uso no controlado de los recursos naturales y el crecimiento urbano de las ciudades que ocupan este espacio (como sucede en las Lomas de Villa María del Triunfo, las Lomas de Amancaes en Lima, entre otras) (1). Dentro de este ecosistema, el agua es un recurso muy importante, no solo para los seres humanos que lo habitan (actividades humanas, domésticas, agropecuarias, industriales, etc.), sino, también, para su flora y fauna.

No obstante, uno de los principales problemas que enfrenta, actualmente, la población de esta zona es la falta de acceso a este recurso, tanto para consumo humano como para las actividades diarias, debido, no solo a la contaminación que afecta en grandes proporciones los cuerpos de agua, sino a que se le ha venido dando un uso irracional. Esto amenaza el futuro de la población y de las próximas generaciones (2). Las fuentes principales de obtención de agua son superficiales, subterráneas y de lluvia, pero en las zonas áridas y semiáridas, como las Lomas Costeras, existe un depósito natural muy grande de agua que se encuentra en forma de vapor, la niebla, la cual aparece de forma persistente procedente del océano Pacífico, y es una fuente de agua con gran potencial que no ha sido lo suficientemente tomada en cuenta para aprovechar (3).

En este marco, la recolección de niebla es una tecnología prehispánica que ha sido redescubierta en la actualidad y varios modelos de estos sistemas captadores han sido instalados alrededor del mundo. En el Perú, distintas ciudades han adoptado este tipo de tecnologías con resultados enormemente favorables ligados con el desarrollo sostenible. Así por ejemplo, en algunos pueblos, después de haber acogido esta técnica, el acceso al agua ha sido continuo (generalmente el abastecimiento de agua era de dos veces por semana), ya que los mismos pobladores que captan el agua de niebla, se hacen responsables de este sistema, les brindan mantenimiento y verifican su buen funcionamiento. De esta manera, pueden usar este compuesto en diversas actividades (domésticas o agropecuarias).

Mas allá de este uso, otro empleo que se le puede dar al agua de nieblas está ligado a la reforestación de las Lomas Costeras. Gracias a este manejo, la foresta desarrollada serviría como captador natural de niebla y las aguas recolectadas en los andenes podrían ingresar al subsuelo de las lomas para un regadío posterior de estas mismas, mediante un sistemas de irrigación especializado por goteo o por un sistemas modernos de riego de desiertos.

Ambientalmente, la captación de agua de niebla es amigable, ya que no tiene características que puedan poner en riesgo o afectar negativamente a los ecosistemas. En ese sentido, podría ayudar a cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible protegiendo, restaurando y promoviendo la utilización sostenible de los ecosistemas para combatir y detener el deterioro de la tierra y combatir la extinción de la diversidad biológica.

En el aspecto económico, es una tecnología que no requiere gran inversión, pues no necesita energía eléctrica para su funcionamiento y sus costos de operación son bajos comparados con los sistemas convencionales de repartición de agua que requieren una alta inversión, además del gasto para el combustible, repuestos y mantenimiento. En ese sentido, la aplicación de este sistema de mallas permite satisfacer necesidades sociales actuales.

1.1.2. Formulación del problema

- ¿Cómo la tecnología del atrapanieblas permite la recuperación y aprovechamiento sostenible de recursos hídricos en el ecosistema de la Loma de Tacahuay de Tacna, 2021?

1.1.2.1. Problemas específicos

- ¿Cuál es la dinámica geográfica y ecológica de la Loma de Tacahuay de Tacna?
- ¿Cuál es el contexto histórico de los atrapanieblas de la Loma de Tacahuay como técnica prehispánica?
- ¿Cuáles son los beneficios y las ventajas de los atrapanieblas en la Loma de Tacahuay como tecnologías sostenibles?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Analizar la tecnología de atrapanieblas como técnica de recuperación y aprovechamiento sostenible de recursos hídricos en el ecosistema de la Loma de Tacahuay de Tacna, 2021

1.2.2. Objetivos específicos

- Conocer la dinámica geográfica y ecológica de la Loma de Tacahuay de Tacna
- Describir el contexto histórico de los atrapanieblas de la Loma de Tacahuay como técnica prehispánica
- Identificar los beneficios y las ventajas de los atrapanieblas, como tecnología sostenible, en la Loma de Tacahuay

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

A nivel teórico, se busca exponer experiencias exitosas de la aplicación de atrapanieblas en distintas partes del Perú y del mundo. De esta manera, se pretende establecer una línea base de la recolección de datos de otros estudios de obtención de agua de niebla en los ecosistemas de las Lomas. Esta data será útil para próximos proyectos que se deseen aplicar en las Lomas de Tacahuay o en ecosistemas con características similares.

1.3.2. Justificación ambiental

Actualmente, en el país, por un lado, es cada vez mayor la cantidad de familias que no tienen acceso al agua y, por otro, el deterioro de las Lomas Costeras va en aumento. En este marco, las tecnologías de atrapanieblas que se vienen utilizando en las diferentes regiones del país están contribuyendo de manera significativa en el desarrollo sostenible de las comunidades, la reforestación y la conservación de los ecosistemas.

Así mismo, esta investigación es importante, ya que no existen datos pasados registrados que nos permitan analizar si esta tecnología es aplicable en la Loma de Tacahuay de la región Tacna. Finalmente, se busca el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la aplicación de los Instrumentos de Gestión Ambiental como el Programa de Recuperación Ambiental para poseer un ambiente adecuado y equilibrado.

1.3.3. Justificación metodológica

Mediante las técnicas e instrumentos de recolección de datos se comprenderá la importancia de la aplicación de tecnologías prehispánicas para el aprovechamiento del recurso hídrico. El análisis de la información recolectada podrá ser utilizada en otros trabajos de investigación que estén relacionados con los atrapanieblas. Es decir, la información obtenida facilitará y mejorará la recolección y análisis de datos de temas iguales o similares a las tecnologías de captación de agua de niebla.

Asimismo, con este estudio se comprenderá cómo estas tecnologías sirven para recuperar y aprovechar los recursos hídricos de una manera sostenible para beneficio de las familias que aún no pueden acceder a este servicio con facilidad.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis

La presente investigación se caracteriza por tener un alcance exploratorio con enfoque cualitativo. Hernández, Fernández y Baptista indican que en este tipo de investigación no se plantean hipótesis porque no se intenta pronosticar una cifra o un hecho (4). Además, según Williams, Unrau y Grinnell, las hipótesis tienen un rol diferente al que poseen en las investigaciones cuantitativas (4). Por su lado, Hendereson sostiene que, generalmente, las hipótesis no se disponen antes de entrar en el ambiente y empezar a recolectar datos; es más, en el transcurso del proceso, quien está realizando la investigación puede generar otras hipótesis de trabajo que mejoran durante la recolección de otros datos o las hipótesis pueden ser parte de los resultados de la investigación (4). Por esta razón, en la presente investigación, no se han planteado hipótesis.

1.4.2. Variable

Variable: Tecnología del atrapanieblas

Según Pascual *et al.*, esta consiste en atrapar las gotas de agua que se encuentran en la niebla a través de una malla raschel horizontal y direccionándolas mediante un tubo o canaleta hacia el tanque de almacenamiento para su posterior uso; de esa manera, se genera otro tipo de fuente de agua (5). Esta tecnología tiene un gran potencial de autogestión y autoconstrucción, y es una opción sostenible para aprovechar los recursos

hídricos presentes en la naturaleza; asimismo, puede contribuir al desarrollo sostenible de la localidad donde se aplique.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

- a) En el año 1993, Márquez realizó en Chilca una investigación titulada “Atrapanieblas; Una tecnología para la reforestación de las lomas costeras del Perú” que tuvo como objetivo diseñar un artefacto de bajo costo y fácil construcción que esté al alcance de las comunidades que tengan la necesidad de reforestar algún área con presencia de niebla y que se encuentre a una altura entre los 300 mt. y 1800 mt., como lo es la zona de Chilca. La metodología que utilizó fue la construcción de un atrapanieblas considerando los materiales, el trabajo sobre el terreno y los pasos para el levantamiento del mismo (armado de la estructura, malla e instalación). Después de un año de trabajo con este sistema, se concluyó que la elaboración e instalación de un atrapanieblas no es difícil, pero se debe realizar adecuadamente; además, se dedujo que el volumen de agua que se desee recolectar va a depender de la cantidad de agua que contenga la niebla en la zona donde se instale, y de la cantidad y tamaño de las malla. El modelo desarrollado en la zona de Chilca cumplió con la finalidad de captar la cantidad de agua requerida. Finalmente, el autor recomendó que se debe hacer seguimiento a las estructuras instaladas y evaluar si son resistentes al viento, la humedad y el sol. Además, sugiere que se deben realizar captaciones en distintas épocas del año para medir la eficiencia de los artefactos e instalar una red de atrapanieblas para captar mayor cantidad de agua para reforestar las lomas y hacer posible la agriculturas (6).
- b) En el año 2018, Sánchez realizó el trabajo de tesis titulado “Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018”. Este tuvo como objetivo describir los impactos ambientales, económicos, sociales y políticos que genera el uso del atrapanieblas para captar agua teniendo en cuenta las políticas públicas de dicho distrito. Para dicho fin, se llevaron a cabo entrevistas a profundidad, análisis de documentos y diarios de campo, observación continua y listas de cotejo. Además, se trabajó en conjunto con los pobladores del área de estudio. Se llegó a la conclusión de que el agua brinda oportunidades y genera un desarrollo en las zonas donde hay mayor pobreza. Desde que se implementó este proyecto, las Lomas de este distrito se volvieron un atractivo turístico y aumentó

la cantidad de puestos de trabajo; por tal motivo, se generó mayor identidad, educación ambiental y desarrollo del ecoturismo. Adicionalmente, la captación de este recurso ha servido para regar la arborización y para crear un vivero y biohuertos de distintas familias. Además, se convirtió en el hábitat de una gran cantidad de especies de flora y fauna, y un lugar de investigación para estudiantes y tesis (7).

- c) En el año 2015, Toledo realizó el trabajo de tesis titulado “Gestión de nieblas como recurso hídrico para proteger el ecosistema de lomas en zonas áridas”, la cual tuvo como objetivo manejar, eficazmente, por medio de la gestión ambiental al ecosistema de Las Lomas, para su protección, conservación y sostenibilidad. La metodología que se utilizó fue la realización de cuestionarios, entrevistas y consultas bibliográficas de los avances logrados en la captación de lluvia horizontal en distintas partes del mundo. Se llegó a la conclusión de que los ecosistemas de Lomas tienen una gran importancia en el ámbito económico y ambiental. Adicionalmente, los sistemas de captura de lluvia horizontal tienen una gran eficiencia y es recomendable utilizar un neblinómetro antes de instalar el sistema para poder determinar la zona donde se captará la mayor cantidad de agua de niebla (8).
- d) En el año 2017, Casani realizó el trabajo de tesis titulado “Efecto del uso del atrapanieblas en la gestión sostenible en la Asociación Parceleros en Acción, Pampa Colorada - Moquegua, 2017” que tuvo como objetivo precisar los efectos del uso del atrapanieblas en las dimensiones ambiental, social, económica y política de la gestión sostenible de dicha zona. Como metodología se realizaron cuestionarios a 30 pobladores de la zona de estudio, para analizar cómo era su educación ambiental antes y después de este proyecto. Posteriormente, se implementaron 300 paneles, mediante los cuales se logró obtener un total de 18,000 m³/día de agua. Finalmente, se llegó a la conclusión de que, al inicio, predomina el desconocimiento y la ignorancia con respecto a la gestión ambiental; sin embargo, desde que se empezaron a utilizar los sistemas de atrapanieblas, los pobladores mejoraron sus actitudes con respecto al cuidado del medio ambiente, lo que muestra resultados significativos en todos los ámbitos (9).
- e) En el año 2019, Cieza realizó el trabajo de tesis titulado “Volumen de agua aprovechable utilizando malla atrapanieblas en el centro poblado La Palma-

Chota” que tuvo como objetivo precisar el volumen captado de agua de nieblas mediante las mallas atrapanieblas de tipo raschel, mosquitera y metálica. Para dicho fin, se analizaron datos e identificó la zona de investigación para seleccionar la ubicación de la estación meteorológica e instalación de los atrapanieblas. Se llegó a la conclusión de que, utilizando la malla metálica, se capta más cantidad de agua de niebla (en el mes de diciembre se obtuvo 64.37 L/d, mientras que con la malla mosquitero se obtuvo 62.31 L/d y con la malla tipo raschel 60.52 L/d). Si bien esta malla tiene un costo más alto, es más eficiente debido a que posee mayor conductividad térmica; bajo esa lógica, la malla raschel sería la más rentable, pero para que sea tan eficiente como la metálica tendría que utilizarse una mayor cantidad (10).

- f) En el año 2018, Mory realizó el trabajo de tesis titulado “Evaluación de la fórmula de flujo másico con fines de aprovechamiento del agua que se produce a partir del sistema de captación de niebla en la zona de San Pedro de Carpish-Chinchao-Huánuco” que tuvo como objetivo precisar la eficiencia de la colección de agua y determinar la calidad del sistema de captación de niebla. La metodología que se utilizó fue la estimación de agua líquida a partir de la niebla, basada en la información obtenida por los neblinómetros, y el principio de operación y eficiencia de colección. Se llegó a la conclusión de que el sistema de captación instalado tiene una eficiencia de colección del 15.35% y que la calidad del agua recolectada es buena y apta para el consumo humano (11).
- g) En el año 2018, Cuéllar realizó el trabajo de tesis titulado “Impacto económico de la implementación de mecanismos capturadores de agua atmosférica para uso agrícola. Villa María del Triunfo, Lima-Perú”, el cual tuvo como objetivo analizar la viabilidad y el aporte económico de los atrapanieblas para los campos de cultivo de las familias de la Asociación Agroindustrial Llanavilla de dicho distrito. La metodología que se utilizó fue la investigación exploratoria a través de encuestas, teniendo en cuenta los precios del mercado y la evaluación de la eficiencia de la venta de cultivos al exterior en las temporadas en las que es viable el uso de atrapanieblas. Se llegó a la conclusión de que la captación de agua presente en la niebla, en un promedio de 8 meses a 12 meses, principalmente desde mayo a diciembre, con un atrapanieblas de 12 m², es de 4,308 lt/año. Asimismo, utilizando el agua captada para regar parcelas de sábila para su posterior venta, un

pequeño productor agrícola puede obtener un gran ingreso monetario gracias a la aplicación de esta técnica (12).

- h) En el año 2017, Madariaga realizó el trabajo de tesis titulado “Evaluación del potencial de neblina mediante el sistema de atrapanieblas en las Lomas de Ancón durante el Evento del Niño, en el Distrito de Ancón, provincia de Lima periodo 2015-2016”, el cual tuvo como objetivo analizar la capacidad de la neblina a través de la aplicación de un sistema de atrapanieblas en las Lomas de Ancón en los meses vinculados al evento El Niño, en dicho distrito. La metodología que se utilizó fue la construcción y operación del neblinómetro, determinación de los puntos de instalación, monitoreos diarios de parámetros de temperatura y humedad, y registro diario de la cantidad de agua almacenada en los encases por 3 meses. Se llegó a la conclusión de que la capacidad de la neblina en los meses del evento El Niño es mayor a lo que se pensaba que se podía obtener en una temporada seca de verano (se captura $0.94 \text{ L/m}^2/\text{día}$). En función, a los periodos estacionales, el volumen de agua captado es mayor en invierno (13).
- i) En el año 2018, Vigo realizó el trabajo de tesis titulado “Eficiencia y costo de tres tipos de malla en la captación de agua de niebla en el Abra de Coimolache, Hualgayoc”, el cual tuvo como objetivo precisar la eficacia de una malla raschel de 50% de sombra, en comparación con una de 80% de sombra y una malla antiáfido transparente, en la obtención del agua presente en la neblina en dicha zona. La metodología que se utilizó fue la aplicación de mecanismos en forma vertical capaces de captar agua de neblina constituidos por cada tipo de malla, a partir de mediciones diarias de la obtención de agua. Se llegó a la conclusión de que la primera malla puede obtener un promedio de $0.1311 \text{ ml/min/m}^2$; la segunda, un promedio de $0.1133 \text{ ml/min/m}^2$; y la tercera, que es de antiáfido transparente, puede obtener un volumen de $0.1316 \text{ ml/min/m}^2$. Se señaló que la malla antiáfido es 14% más eficaz que la segunda malla, y un 0.2% menos eficaz comparada con el primer tipo de malla (14).
- j) En el año 2017, García realizó el trabajo de tesis titulado “*Estudio de la variación temporal y espacial de la calidad de agua de niebla en las Lomas de Villa María*”, el cual tuvo por objetivo precisar el orden de parámetros de la calidad del agua de niebla, y el orden temporal en los meses más húmedos en el año 2015 en las Lomas

de Villa María. Para dicho fin, se llevó a cabo la elaboración de un estudio ambiental del ecosistema, el registro de los datos meteorológicos y un seguimiento de la calidad del agua captada en los meses más húmedos del año 2015, para verificar la existencia de contaminación en esta agua almacenada. Se llegó a la conclusión de que, según el tiempo y espacio, van a variar las características del agua de niebla. Asimismo, se determinó que estas lomas poseen un ambiente muy húmedo en la estación de invierno y que, generalmente, la empresa productora de cemento es la causante de la contaminación por arsénico del agua de niebla en estas lomas (15).

- k) En el año 2019, Di Bitonto realizó el trabajo de tesis titulado “Oasis Productivo – Infraestructura de acceso al parque Pan de Azúcar para la preservación del sector a través de agua de niebla”, el cual tuvo como objetivo generar una opción de sostenimiento para las familias de la costa de Chañaral y conservar el patrimonio natural del parque, promoviendo un prototipo que sea autosuficiente y sustentable. La metodología que se utilizó fue el análisis crítico del contexto general de la región (impactos, procesos y oportunidades), la selección del área teniendo en cuenta la geomorfología y la cultura, y la elaboración de la propuesta arquitectónica-paisajística especificando el funcionamiento e interacción de cada pieza. Se llegó a la conclusión de que el diseño de la infraestructura de acceso no está limitado solamente al fin económico, sino a la regeneración de un paisaje que había sido abandonado. En tal sentido, este es un modelo de desarrollo autosustentable que abastece a las comunidades costeras del norte de Chile (16).
- l) En el año 2020, Gómez realizó el trabajo de tesis titulado “Diseño e implementación de torres atrapanieblas (3d) y ecosistema informático de monitoreo con internet de los cosas y aprendizaje automático”, el cual tuvo como objetivo diseñar e implementar sistemas de captación hídrica mediante atrapanieblas de varios pisos como los edificios. La metodología que se utilizó fue la implementación de tres torres diferentes, de forma rectangular, circular y piramidal. Se llegó a la conclusión de que el modelo rectangular tuvo el mejor resultado, ya que requiere una menor cantidad de materiales y, como tal, menor costo de inversión, además de que puede captar hasta 4.57 L/m²/día de agua. En tal sentido, este es un proyecto favorable a mediano y largo plazo, ya que en el

aspecto ambiental, técnico y social presenta grandes beneficios que lo hacen viable para los sitios de poco acceso al recurso hídrico (17).

- m) En el 2017, Rivera realizó el trabajo de tesis titulado “Implementación de sistemas básicos de captación de agua de niebla, caso de estudio Las Verapaces”, el cual tuvo como objetivo implementar métodos simples para la obtención de agua de niebla y analizar su capacidad. La metodología que se utilizó fue el diseño de dos colectores de niebla. Se llegó a la conclusión de que los atrapanieblas dependen de las características meteorológicas. De este modo, se obtuvo un rendimiento de 1.28 L/d/m² en Purulhá y 1.4 L/d/m² en Cobán, lo cual significa que dichos resultados están ubicados abajo del promedio de la captación de agua en ambos lugares (18).
- n) En el 2013, Hinojosa realizó el trabajo de tesis titulado “Recolección de agua por rocío y niebla”, el cual tuvo como objetivo la captación de niebla y rocío. La metodología que utilizó fue la construcción y aplicación del modelo de estructura SCARN-MEX en cuatro puntos diferentes para obtener datos representativos de cada sitio y evaluando diariamente la cantidad de agua captada. Se llegó a la conclusión de que el modelo SCARN-MEX tiene una gran eficacia en la obtención de agua de rocío: puede reducir los precios para su funcionamiento, sostener las plantas potabilizadoras y es viable para su aplicación en zonas donde no se tiene acceso al recurso hídrico (19).
- o) En el año 2000, Osses *et al.* realizó una investigación titulada “Los atrapanieblas del Santuario Padre Hurtado y sus proyecciones en el combate a la desertificación”, la cual tuvo como objetivo la utilización de la técnica catadora de agua y la difusión de la importancia de esta. La metodología que se utilizó fue la implementación de un sistema de 10 atrapanieblas. Se llegó a la conclusión de que, en la cima, hay cinco sectores con un buen potencial para la obtención de agua, que logran captar 5,4 L/m²/día. Los que se encuentran en la parte de más altura logran captar mayor cantidad, sobre todo en las estaciones de primavera, verano y las primeras semanas de otoño. Asimismo, se concluyó que el atrapanieblas es simple, de bajo costo y de fácil construcción y mantenimiento (20).

- p) En el año 2018, Vera realizó el trabajo de tesis titulado “Tecnologías de oferta para incrementar la disponibilidad de agua en la región de Murcia: Estudio de viabilidad de captadores de nieblas”, el cual tuvo como objetivo determinar las condiciones geoclimáticas adecuadas para la selección del área de construcción de atrapanieblas e identificar los usos de los distintos modelos de técnicas para obtener agua de niebla. La metodología que se utilizó fue la clasificación de ubicación en base a parámetros geomorfológicos, como presencia de vientos, altitud de 400 m., ausencia de pendientes; geoclimáticos, mediante sistemas de información geográfica; y el análisis del uso forestal, agroganadero y de consumo humano. Se llegó a la conclusión de que la ubicación potencial se identificó usando las capas de mapas y relieve, seleccionando localizaciones que estén cerca a la costanera a menos de 6 km y a más de 400 m. de elevación y, para que esta obtención pueda ser rentable, se deben considerar otros aspectos no financieros como el desarrollo económico a partir de otros productos, la reforestación y fomento de la educación ambiental (21).
- q) En el año 2014, Vistin realizó el trabajo de tesis titulado “Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de agua por medio de dos tipos de neblinómetros en las tres cuencas de la parroquia Achupallas, Cantón Alausi, provincia de Chimborazo”, el cual tuvo como objetivo analizar la viabilidad para aprovechar el agua mediante dos tipos de neblinómetros. La metodología que se utilizó fue la instalación y aplicación de los atrapanieblas sintético y orgánico, y el montaje de los neblinómetros de 1m x 1m y 1.5m de altura, con su respectivo monitoreo y recolección de datos. Se llegó a la conclusión de que la mayor proporción de almacenamiento de agua mediante los atrapanieblas fue de 6.32L/semana y la menor cantidad fue de 2.58L/semana; asimismo, un dato importante es que el neblinómetro de sarán genera ganancias a partir del quinto mes y es el que capta agua de mayor calidad para el consumo humano (22).
- r) En el año 2017, Quenta realizó en La Paz, Bolivia, el trabajo de tesis titulado “Sistema Habitacional Katzaña Uma (Recolector de Niebla-Agua)”, el cual tuvo como objetivo plasmar un sistema de obtención de agua presente en la niebla y humedad como fuente de suministro de agua para combatir el desabastecimiento actual. La metodología que se utilizó fue la elaboración de planos y diseños para la aplicación del sistema. Se llegó a la conclusión de que la medición de

producción de agua de niebla se realiza mediante neblinómetros. Además, se debe evaluar la humedad relativa, temperatura y rapidez del viento. Por último, esta tecnología podría ser utilizada para el abastecimiento de pequeñas comunidades, actividades agrícolas, ganadería y servicios higiénicos, pero, debido a su acidez, no es apta para consumo de los seres humanos (23).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Lomas costeras

Son ecosistemas que presentan características ecológicas únicas, como su gran variedad de vegetación, la cual crece y vuelve a las lomas de color verde en los meses de invierno. Se encuentran ubicadas desde Illescas en Piura hasta el norte de Chile (24). Se extienden en las laderas que están ubicadas cerca de la ribera del Pacífico suroccidental de América del Sur; por tal motivo, están bajo la influencia de los fríos y vientos húmedos provenientes del mar frío ubicado en la costanera de Chile y Perú (25).

2.2.1.1. Formación de las lomas

La formación de estos ecosistemas está sometida esencialmente a dos condiciones geográficas que son características de la costanera del Pacífico de Sudamérica: su terreno formado por colinas, que está compuesto por las montañas de los Andes y la cordillera costera, la cual pueden llegar a una altitud de hasta 1 000 msnm; y la corriente Humboldt, también conocida como la corriente peruana. Por tal razón, cuando los vientos pasan por este frío mar, reducen su calentura, incrementan su grado de humedad y generan una densa niebla que, al llegar a la bahía, tiene un encuentro con las lomas. Este hecho produce que los vientos pasen por ellas, lo que provoca la reducción de su calentura, la formación de la niebla y generan lluvias constantes en los lados de las pendientes susceptibles en dirección a los vientos marinos (barlovento), que, al pasar por los lados de las pendientes opuestas (sotavento), ya no tienen humedad cargada; por eso, se genera mayor aridez en el ambiente. Debido a la escasa humedad que traen dichos vientos, las precipitaciones generadas son conocidas como garúas o lloviznas, como son conocidas las precipitaciones ligeras de la costa peruana (24, 26).



Figura 1. Formación de las lomas costeras. Tomada de “Ecología del Perú” (Brack, 2010)

2.2.1.2. Importancia climática

En los meses de invierno, la humedad relativa es superior al 80% (muy cerca del 100%); por tal motivo, se generan las garúas o neblinas. Estas precipitaciones se encuentran entre 40 y 1 00 mm/año, la cual es una cantidad importantemente mayor a la que presentan los desiertos que están alrededor de las lomas.

En las vertientes que se encuentran entre los 400 y 600 ms. n. m., las nieblas tienen mayor frecuencia y las lluvias pueden alcanzar los 400 mm. Asimismo, en el momento en que se encuentran taludes conformados por rocas y árboles, hay mayor condensación de neblinas, debido a la intercepción y al nivel de vegetación arbórea; en estos casos, la precipitación puede alcanzar los 500 mm, lo cual da la posibilidad de desarrollar mayor vegetación y a la creación de fuentes de agua como manantiales y pequeños riachuelos (24).

2.2.1.3. Principales características de las lomas

Las principales de características de las lomas (24) son las siguientes:

- La gran variación de estaciones en la generación de humedad: En los meses de verano, de diciembre a abril, están secas; y en los meses de invierno, de mayo a octubre, existe mayor humedad.
- La gran disimilitud de temperaturas: En invierno es templado (13° C) y en verano es cálido (mayor a 25° C).
- Adaptación de la flora: Para que la flora pueda sobrevivir en la época seca, se ha tenido que adaptar, por lo que muchas de ellas poseen bulbos y algunas subsisten en forma de semillas.

- Adaptación de la fauna: De igual manera, la fauna ha tenido que adaptarse a los cambios estacionales. Una gran variedad de especies crecen en la época seca; algunas sobreviven escondidas en huecos y rocas, y las demás en forma de larvas.

2.2.1.4. Servicios ecosistémicos de las lomas

Estos ecosistemas nos brindan distintos aportes, como los de suministro, regulación, diversión y cultura. En la época cuando las lomas enverdecen, permiten el descanso, la alimentación y la reproducción de las distintas especies que aparecen temporalmente. Asimismo, biólogos y ecologistas le conceden una mayor importancia como sitios para la educación ambiental y de ecoturismo en relación al medio ambiente y a la historia, ya que se tiene evidencia de que albergan importantes restos arqueológicos. El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor) y el Servicio de Parques de Lima (Serpar), en los años 2013 y 2014, establecieron diez servicios ecosistémicos de los ecosistemas de Lomas, los cuales se caracterizan por su estado y su potencial para ser explotados sosteniblemente por las poblaciones aledañas. Brindan los siguientes beneficios:

- **Polinización:** Mantienen los sistemas agroecológicos. Los ecosistemas de Lomas son el hábitat de una gran variedad de especies que tienen la capacidad de polinizar distintos cultivos.
- **Obtención de agua atmosférica:** Mediante las tecnologías atrapanieblas, se puede utilizar como fuente de agua a la niebla formada en las lomas. Se han realizado varios proyectos, en los cuales el agua recolectada se utiliza en la reforestación de las Lomas y en el riego de las ciudades.
- **Aire limpio:** Las Lomas son purificadoras del aire, el mismo que retiene contaminantes a causa de las industrias, minería y botaderos existentes.
- **Formación de suelo:** Se manifiesta a través de una gran cantidad de plantas, las cuales enverdecen la superficie del suelo creado por la meteorización física y química de la roca preexistente.
- **Provisión de alimento:** Producen especies de gran importancia como la papaya silvestre, tomatillos y los frutos de cactáceas, como los caracoles y las aves para el calendario de caza comercial.

- **Provisión de recursos genéticos:** Las Lomas son el hábitat de una gran variedad de especies endémicas y otras que se encuentran bajo amenaza y en riesgo de extinguirse, además de recursos genéticos importantes de flora y fauna.
- **Ecoturismo:** La diversidad de su flora y fauna silvestre son parte de la creación de actividades atractivas y de ecoturismo para poder observar a las especies en su estado natural.
- **Estéticos:** Generan verdes paisajes y ecosistemas naturales, históricos y culturales en un ámbito urbano que ha sido intervenido en gran parte.
- **Educacional:** Tienen la potencialidad para concientizar a niños y adolescentes sobre lo importante que es la conservación del medio ambiente.
- **Espiritual y religioso:** Estos ecosistemas también son utilizados por grupos de personas que le brindan un valor religioso.

En la actualidad, los ecosistemas de Lomas se encuentran bajo amenaza debido a la posesión informal y su uso irresponsable. Si no se toman acciones de corrección adecuadas, su degradación causará un impacto en la calidad de vida de los pobladores aledaños (27).

2.2.1.5. Historia de la ocupación de las Lomas costeras peruanas

Durante la época prehispánica, se manejaron correcta e ingeniosamente las condiciones ambientales y geográficas, lo cual generó un buen aprovechamiento ambiental, que posibilitó la existencia de distintos asentamientos estables, una nutrida población e, incluso, una increíble e interesante creación de notorios y grandes terrazamientos agrícolas que eran abastecidos por ingeniosos sistemas de irrigación artificial (25, 28).

En la época colonial, empieza el proceso de desertificación y abandono de las Lomas, a causa de las acciones del hombre. Cuando llegan los españoles, se evidencia un gran cambio en la economía andina; específicamente en el caso de las Lomas, se introducen nuevas especies de animales, nuevos patrones económicos y culturales que ayudaron a que fuera posible la tala indiscriminada de árboles y la creación de una nueva forma de organización del territorio, por lo que las poblaciones establecidas en este se tuvieron que reubicar. Estos cambios fueron los principales causantes de la destrucción de los recursos económicos que eran de gran importancia para nuestra costa desértica,

lo cual se agravó por el desconocimiento del uso sostenible de los recursos naturales de los ecosistemas frágiles (28).

Estos ecosistemas tuvieron un rol importante en las tres distintas épocas precolombinas (28):

- Época preagrícola, que se basó en la sobrevivencia mediante la recolección de caracoles de lomas y la cacería
- Época de agricultura arcaica
- Épocas tardías basadas en la práctica de una agricultura intensa y extensa

El proceso de ocupación que han tenido las Lomas de la Costa ha sido similar y, en algunos periodos de tiempo muy espaciados, su ocupación ha sido numerosa. Hasta la actualidad se sabe que han sido habitadas por lo menos en seis épocas (28):

1) Durante el horizonte preagrícola: La información arqueológica obtenida señala que, aproximadamente, desde 8000-4000 a. C., en la época de los cazadores recolectores, esta zona se usó de manera temporal para la práctica de la cacería y la colecta de frutos y raíces. Los rastros más antiguos hallados hasta la fecha corresponden a la zona de Doña María y Lachay, y son parte de la fase pre cerámica terminal; asimismo, existe la posibilidad que, si se estudia más a fondo el terreno, se puedan encontrar otros restos que nos den indicios de la presencia de cazadores preagrícolas, principalmente en los mismos cerros de Lachay, y en sus cuevas y abrigos.

2) Por agricultores del maíz utilizando cerámica Chavín: Los estudios señalan la existencia de un limitado bosque de taras, palillos, mitos, choloques, etc. que se alargaba en todo el camino entre terrazas de piedras (incluso, se cuestionó si podría ser una plantación artificial). Asimismo, en los tiempos de los chavines aparecen algunos frutos comestibles como el palto, la guayaba y el lúcumo, y se cree que estos cultivos tienen un origen de más 2 500 años de antigüedad. Del mismo modo, se han evidenciado otros restos al pie de la quebrada donde han sobrevivido esos árboles, así como una estructura reducida de piedra revestida con barro, un “templete” con la forma de un rectángulo. Esta ruina estaba cubierta por escombros de cerámica Chavín del tipo conocido como “ceremonial”, lo cual no tiene gran significancia, ya que ese tipo de loza se encuentra en distintos fogones de los más humildes pescadores o

agricultores. Sin embargo, su estructura parecía de una calidad superior de lo que correspondía a viviendas más simples.

3) Por pastores post Chavín o Teatinos: El otro hallazgo es de elementos influenciados por los serranos conocidos como Huari. Su periodo no puede ser mayor que el siglo IX o X.

4) Por pastores durante los tiempos de la ocupación “Chancay” (fines del siglo XV y principios del siglo XVI)

5) Por ganaderos en tiempos coloniales

6) Por chivateros contemporáneos

2.2.1.6. Gestión de los ecosistemas de Lomas

Mucho se ha hablado sobre la Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE), definida como “la utilización de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como fragmentos de un plan para la adaptación” (29), la cual tiene como objetivo elaborar un plan ambiental y gestionar la utilización de la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos para la adecuación de poblaciones o grupos frente a las distintas consecuencias del cambio climático.

Asimismo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza define la AbE como la agrupación de estrategias, políticas y prácticas que tiene como objetivo el cuidado y la reparación de las prestaciones del medio ambiente para disminuir la sensibilidad de las comunidades frente al cambio climático. Además, señala que es uno de los elementos de las Soluciones Basadas en la Naturaleza que abarcan la Mitigación basada en Ecosistemas (MbE) y la Reducción de Riesgos de Desastres basada en Ecosistemas. En ese sentido, la AbE busca educar a las poblaciones para que puedan trasladarse a economías más bajas en carbono y adaptarse a los cambios climatológicos, manteniendo el capital natural e impulsando la inclusión social. Los diseños de medidas de AbE implican los siguientes aspectos:

- Preservar y proteger los ecosistemas interrelacionados para conceder su adaptación y sus condiciones ambientales variables, mejorando la producción de servicios ecosistémicos

- Recuperar los ecosistemas deteriorados y producir procedimientos ambientales de importancia crítica
- Que los planes de gestión de recursos naturales sean resilientes a los efectos de los cambios climatológicos

En el marco mundial y general, algunos usuarios están acorralados en el uso excesivo y acelerado de los recursos naturales (31). A pesar de ello, diversas investigaciones han descubierto que estos mismos invertirían su tiempo en el diseño y la implementación de costosos sistemas de gobierno para aumentar la sostenibilidad y la probabilidad de mantener estos recursos (30). En tal sentido, deberían implementarse políticas del gobierno que consideren ambos aspectos.

2.2.2. Tecnologías prehispánicas para aprovechamiento de agua

2.2.2.1. Waru waru

Este sistema de abastecimiento preinca, llamado waru waru (palabra quechua), sucacollos (palabra aymara) o camellones (como se le conoce en ingeniería), es parte de una milenaria costumbre del Altiplano, la cual consiste en halar tierra (para la siembra), en áreas de inundación, moldeando una plataforma rodeada de agua. Esta agua que se encuentra rodeando el waru waru genera un microclima que elimina el impacto de las frías temperaturas, lo cual permite que los cultivos se desarrollen.

Durante el día, el agua que se encuentra en los canales absorbe el calor del sol y lo expulsa de nuevo por la noche, lo que ayuda a proteger la vegetación contra las bajas temperaturas. Las camas son mayormente de 4 a 10 mt de ancho, 10 a 100 mt de largo y de 0.5 a 1 metro de altura, y se forma con la tierra extraída de los canales con el mismo tamaño y profundidad (32).



Figura 2. Sistema de Producción Waru waru-Altiplano de Puno. Tomada de “Hidráulica Inca” por Ancajima, 2011

2.2.2.2. Acueductos prehispánicos

Son sistemas hídricos que se encargan de recolectar y trasladar el agua de los acuíferos subterráneos hasta las zonas donde se encuentran las comunidades y para la agricultura. Se localizan mayormente en la zona desértica de Nazca ubicada en Ica, lugar en el que se construyeron por antiguos pobladores con la intención de conducir el agua para su propio empleo y para la irrigación de la vegetación y cultivos en el periodo anual.

Sus dimensiones, aproximadas, son las siguientes: 80 cm en la base subterránea, y un revestimiento de piedras en sus paredes; 1 mt de ancho en la base; longitud de 400 a 1000 mts y están ubicados entre los 500 y 1000 ms. n. m. Algunos de estos tienen una profundidad mayor a 7 mt, lo que evita el desperdicio del recurso hídrico y, en ese sentido, cada acueducto puede recolectar, mediante pequeños caudales, un promedio de 13 a 67 litros de agua por segundo (l/s), lo que es necesario para la satisfacción de las necesidades de la comunidad (para consumo o irrigación).

En suma, se sabe que los acueductos prehispánicos se empezaron a construir por las comunidades pre incas hace 1600 años aproximadamente (600 a.C. y 400 d.C) y se tiene evidencia de que algunos de ellos siguen en funcionamiento (33). Asimismo, los ingenieros afirman que para que el agua de los canales subterráneos pueda fluir se necesita una presión alta.



Figura 3. Respiradores de canales subterráneos de los acueductos prehispánicos.
Tomada de “Hidráulica Inca” por Ancajima, 2011

2.2.2.3. Jagüey

Los jagüeyes, también conocidos como estanques, son las depresiones de la zona o diminutas y medianas presas artificiales, las cuales dan paso al almacenamiento del agua que proviene de los escurrimientos de la parte superficial para utilizarla en actividades agropecuarias o para el uso de las actividades y necesidades humanas. Los jagüeyes son como estanques, que tienen características similares a los lagos: tienen una profundidad menor a los 8 metros, forma cóncava, una extensión aproximada de 2 ha y varios m² y almacenan agua, por lo menos, por un tiempo en los cuatro meses del año. Asimismo, pueden tener distintos orígenes, drenajes y tamaños.

Estos normalmente se encuentran estancados y tienen algunas variaciones en el nivel de agua, pudiendo ser temporales o permanentes, según la frecuencia de las precipitaciones. Los jagüeyes tienen como objetivo principal la captación, almacenamiento y una proporcionada distribución del agua para distintos usos del medio rural, primordialmente pecuario, por medio de la captación de escurrimientos en áreas de captación con menos de 50 ha (34).



Figura 4. Pequeño Jagüey en forma de media luna. Tomada de “Diseño y construcción de Jagüeyes” por Fernández, Martínez y Ramírez, 2017

2.2.2.4. Puquios

Los puquios de Nazca trabajan como pozos horizontales y se encuentran en los valles Aja, Tierras Blancas, Nazca, Taruga y Las Trancas en la costa del sur del Perú. Estas técnicas sirven para extraer agua desde un área subterránea para llevarla a la parte superficial y luego irrigar los cultivos.

Tienen un sistema de zanjás abiertas y galerías subterráneas, de una altura de entre tres y más de diez metros, por donde ingresa el agua por medio de la filtración, y sólo poseen el necesario gradiente para que el agua siga moviéndose. En el punto final, cuando el agua llega a la parte superficial, gran parte de los puquios posee una cocha, la cual es parecida a una piscina o estanque pequeño, donde es almacenada el agua para, posteriormente, ser utilizada en la irrigación de los cultivos. En el caso que un puquio no tenga una cocha, el agua ingresaría directamente a los conductos de riego, lo que se conoce como acequias (35).

Históricamente, algunos historiadores aseguran que los pobladores de Nazca construyeron los puquios entre los años 500 y 600 d.C.



Figura 5. Chimenea u ojo de sección helicoidal con canto rodado y detalle de la galería subterránea y vista de zanja abierta. Tomada de “Puquios, qanats y manantiales: gestión del agua en el Perú antiguo” por Ponce, 2015

2.2.2.5. Cochas

Son depósitos diminutos de agua que se forman de manera natural y se convierten en depósitos protegidos interiormente con arcilla o piedra. Tienen su origen en los reservorios pioneros del Altiplano, que se ocupaban con el agua proveniente de las lluvias de los meses de invierno, principalmente. Para poder tener más espacio, se cavaban estructuras cóncavas de diferentes formas y tamaños, las cuales servían como fuente principal de agua para el consumo de los pobladores, como bebederos para el ganado y para la irrigación de los campos.

Desde 1962 han sido estudiadas por distintos investigadores, principalmente por agrónomos. Se sabe que están mayormente distribuidas en el Altiplano, al norte del lago Titicaca, entre los 3,883 y 4,304 m de altitud. Además, tienen la capacidad para adaptarse a distintos usos, como para la agricultura y sistemas de irrigación. La técnica de cochas más sensacional y también la más temprana es la que posee sistemas de riego que alcanzan 256 ha, en el cual se utilizan por lo menos unas 20,000 cochas (36).

En resumidas cuentas, se trata de sistemas gran antigüedad y algunas todavía se conservan en el Altiplano.

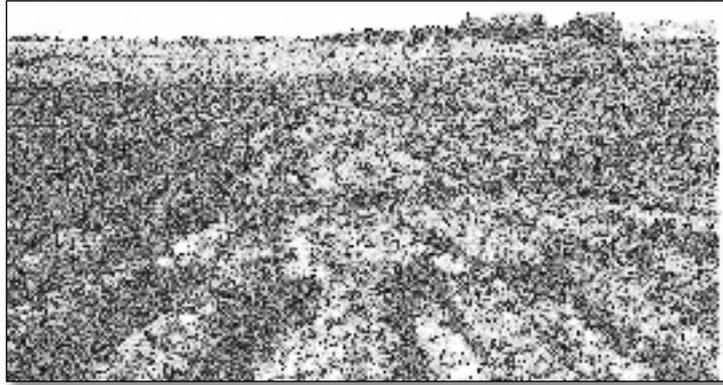


Figura 6. Fragmento de una cocha donde se muestra la distribución de las camas y camellos. Tomada de “Desarrollo y perspectivas de los sistemas de andenería de los Andes centrales del Perú” por Kendall y Rodríguez, 2009

2.2.2.6. Mahames

Son excavaciones en el terreno, que tienen la forma de grandes hoyas, las cuales se realizaban mayormente en la costa de suelos arenosos (37). Estas excavaciones se hacían, esencialmente, para utilizar y aprovechar la presencia de humedad en las aguas subterráneas sin dañar la napa freática y, de esa manera, evitar inundaciones. Ahí pudieron sembrar maíz, árboles frutales, etc. y utilizaban cabezas de anchoveta como fertilizantes naturales (38).



Figura 7. Formación de Mahames. Tomada de “Historia Incaica” por Técnicas Agrícolas, 2017

2.2.2.7. Atrapanieblas

La captación de humedad presente en la atmósfera es una tecnología antigua, por ejemplo, existen registros de que era utilizada hace 2000 años aproximadamente, en las Islas Canarias, y que ha sido redescubierta en la actualidad.

Si bien, como señalan los estudiosos, se inició por la captación en los bosques de niebla, con el paso del tiempo, se han desarrollado más variedades de sistemas de captación, en función a las características ambientales. En ese sentido, en la actualidad hay una considerable cantidad de proyectos de atrapanieblas que han sido aplicados en zonas áridas y costeras, en su mayoría, con el uso de las mallas o redes. Los sistemas capaces de captar el agua de niebla, conocidos como atrapanieblas, son sistemas que se puede construir a una determinada altura en las Lomas costeras o en los Andes para captar las partículas de agua presentes en la niebla; de esta manera, se reaprovecha este recurso, ya sea para el uso de las actividades domésticas, agropecuarias o en la agricultura (5, 17).



Figura 8. Panel de atrapanieblas ubicado en una de las colinas de Paraíso, Lima. Tomada de “Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María Triunfo, Lima” por Sánchez, 2018

Tabla 1. Comparativo entre las tecnologías prehispánicas para el aprovechamiento de agua

| Técnica | Ubicación | Tipo | Importancia |
|---------------------------------|----------------------------|--|--|
| Waru waru | Puno | Prácticas preincas y prehispánicas | El agua que se encuentra rodeando el waru waru genera un microclima que elimina el impacto de las frías temperaturas, lo cual permite que los cultivos se desarrollen. |
| Acueductos prehispánicos | Nazca | Técnica preinca | Son sistemas hídricos que se encargan de recolectar y trasladar el agua de los acuíferos subterráneos hasta las zonas donde se encuentran las comunidades; se usan en la agricultura. |
| Jagüey | Bosques secos ecuatoriales | | Permiten la captación, almacenamiento y una proporcionada distribución del agua para distintos usos del medio rural, primordialmente pecuario, por medio de la captación de escurrimiento. |
| Puquios | Nazca | Técnica de irrigación | Sirven para extraer agua desde un área subterránea para llevarla a la parte superficial. El uso que se le da a esta agua captada es la irrigación de los cultivos. |
| Cochas | Azángaro, Puno | Sistemas de recargas de agua en microcuencas altoandinas | Depósitos diminutos de agua que se forman de manera natural y se utilizan para la irrigación de los campos. |
| Mahames | Territorio del | Técnica agrícola de los incas | Tienen forma de hoyos y se utilizaba para aprovechar la humedad de las aguas subterráneas. Ahí sembraron |

| | | | |
|----------------------|-------------------------|----------------------|---|
| | Tahuantín Suyo | | maíz, árboles frutales, etc. utilizando cabezas de anchoveta como fertilizantes. |
| Atrapanieblas | Zonas áridas y costeras | Técnica prehispánica | Se usan para captar el agua presente en la niebla con el objetivo de que sean reaprovechadas en la reforestación de lomas, actividades agropecuarias y en la agricultura. |

2.2.3. El atrapanieblas y su importancia

Utilizar sistemas de captación por medio de las mallas atrapanieblas es una tecnología de la antigüedad, la cual permite poder reaprovechar el agua presente en la niebla como recurso hídrico a un costo más bajos que otros tipos de fuentes, que por su proceso de instalación (elevado), imposibilita su acceso a comunidades agrícolas, asentamientos humanos o pequeños empresarios (8). Los atrapanieblas se aplican principalmente en los ecosistemas de desiertos costeros o lomas, ya que captan las gotas de agua presentes en las neblinas o garúas que se forman a partir de las brisas marinas. En ese sentido, una técnica tan simple hecha con la malla Raschel, amarrada a dos palos, logra filtrar y almacenar el agua que viaja en un estado de vapor. En ese marco, el atrapanieblas resulta una técnica que tiene diversas ventajas.

En primer lugar, se tiene evidencia que la gran acumulación de agua de niebla obtenida a través de los atrapanieblas genera una disminución de algunos de los impactos de la contaminación por la utilización del agua en tensión de vapor, lo que es necesario para las zonas rurales, ya que, en estos lugares, los contaminantes presentes en el ambiente no son elevados y, poder llevarles agua a los pobladores de esas zonas, tendría un elevado costo, por la instalación de tubos y el gasto en materiales para las conexiones para los pocos usuarios presentes.

En segundo lugar, las técnicas de captación del agua presente en la niebla o lluvia horizontal, como también se le conoce, es un sistema de bajos costos y sencilla instalación. En tal sentido, todos los materiales están al alcance de todos, los pobladores

pueden recibir capacitaciones para su uso y mantenimiento, no necesita superficies de mayor tamaño y las modalidades de repartición no son de grandes dimensiones.

Estos sistemas tienen un gran potencial para su aplicación en el país, pero no han sido difundidos adecuadamente. La información técnica no ha sido expuesta para las familias que realmente necesitan un sistema de este tipo; por tal motivo, la difusión de manuales de instalación y aplicación de esta técnica contribuiría al crecimiento y para solucionar las necesidades hídricas de las familias o para investigaciones.

En resumidas cuentas, esta técnica constituye una propuesta significativa, la cual permite utilizar la propia naturaleza a favor de la vegetación y cultivos (7).

2.2.3.1. Investigaciones sobre el atrapanieblas

En las Islas Canarias, se implementaron y aplicaron distintos procedimientos, en etapas estacionales diferentes, con el objetivo de obtener el agua presente en la niebla. Durante el siglo XVI en la Isla El Hierro, los pobladores contaban que existía el árbol llamado garoe, el cual era capaz de abastecer a las comunidades con el agua obtenida de la niebla (39).

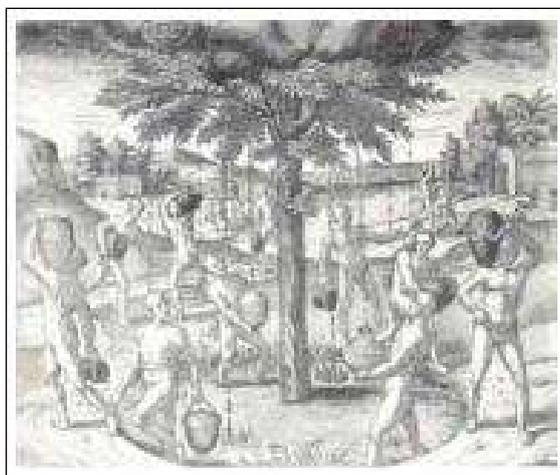


Figura 9. El árbol Garoe, pintado en el S. XVIII. Tomada de “Atrapanieblas: avances y desafíos de una tecnología alternativa para el desarrollo de Chile” por Cereceda, 2014

En la actualidad, se han realizado distintos proyectos de captación de la niebla a través de diversas técnicas, siendo la más utilizada la de redes o mallas. También se han aplicado otras técnicas de captación, en función a las necesidades y condiciones de la

zona. En este marco, es importante hacer un recuento de cómo ha evolucionado esta tecnología a lo largo del tiempo.

En el siglo XVI, en México había una cuenca cerrada, que funcionaba como almacenamiento de distintos lagos, el cual era considerado el de mayor tamaño de México- Texcoco. La técnica de ese tiempo permitía que las aguas estuvieran separadas por medio de un muro de tal manera que en la parte poniente, donde estaban registradas la mayor cantidad de lluvias, se realizara un desalamiento secuencial de las aguas, que se cree que inició en la época del siglo XV.

Por su lado, en Chile, se tiene evidencia histórica que en el desierto de Atacama se realizaba la recolección de agua de rocío y niebla por medio de una gran cantidad de piedras, ubicadas de cierta forma que, cuando las gotas de niebla se condensaban, iban depositándose dentro de la base de las piedras acumuladas, de tal manera, que estaban bajo la protección de la luz solar. Esta técnica también se utilizó en el antiguo Egipto, pero ellos almacenaban el agua en acueductos subterráneos (40).

Más recientemente, en el año 1958, algunos investigadores chilenos, realizaron estudios y análisis de la niebla de la costa y observaron un raro desarrollo de especies de árboles en las zonas áridas del norte, por lo que tuvieron la iniciativa de implementar los primeros sistemas captadores de agua presente en la neblina. Así, en algunas zonas de la costa de Antofagasta que tenían todas las condiciones ambientales para el estudio del potencial de agua presente en la niebla, se instalaron distintos diseños de estructuras poco comunes en los barrancos de las laderas costeras. Fue a partir de estos estudios que se creó, por primera vez, un sistema capaz de captar agua de niebla llamada “Macrodiamante” en el año 1958.

Tabla 2. Captación de agua de niebla en diferentes partes del mundo

| País | Ubicación | Captación promedio de agua de niebla (l/m²/día) |
|--------------|--|---|
| Chile | Cerro Moreno | 8,26 |
| Chile | El Tofo | 2,98 |
| Chile | Parque Nacional del Bosque de Fray Jorge | 3 |
| Chile | Santuario de Padre Hurtado | 5,4 |

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Chile | Falda Verde | 1,43 |
| Chile | Iquique (Alto Patache) | 7,81 |
| Perú | Cerro Orara | 4,6 – 5,8 |
| Ecuador | Comunidad Pachamama Grande | 4 |
| Guatemala | Lago Atitlán | 6,51 |
| Colombia | Desierto de Guajira | 1,4 |
| República Dominicana | - | 3,58 |
| México | Chiapas | 0,5 |
| Sudáfrica | Ciudad del Cabo | 14,4 (incluye lluvia) |
| Sudáfrica | Lepelfontein | 5,3 – 5,9 (88% de agua de niebla) |
| Sudáfrica | Soutpansberg | 2 (25% de agua de niebla) |
| Namibia | Swartbank, Kipneus, Soutrivier | 0,5- 2 |
| Islas de Cabo Verde | - | 11,5 |
| Eritrea | - | 8 |
| República de Yemen | Hajja | 9,5 |
| Nepal | - | 1 (estación seca) 40 (Monzón) |
| Omán | - | 30 (Monzón) |
| Croacia | - | < 27,8 |
| España | Islas Canarias (El Gaitero) | 1,8 |
| España | Islas Canarias (Erjos) | 0,2 |
| España | Islas Canarias (Cumbres de Anaga) | 4,5 |
| España | Islas Canarias (El Pulpito) | 0,2 |
| España | Islas Canarias (Parque Rural de Teno) | 4,1 – 5,5 |
| España | Alicante (El Montgó) | 5,6 |

Nota: Tomada de Simón (2009)

Tabla 3. Rendimiento de captación de agua de niebla en las regiones del Perú

| Lugar | Altitud (m.s.n.m.) | Período | Rendimiento (L/m ² /día) |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|--|
| Lomas de Pasamayo | 450 | Abril a octubre 1984 | 7.83 |
| Lomas de Lachay | 350 | Junio a octubre 1984 | 12.90 |
| Lomas de Atiquipa | 650 | Mayo a agosto 1988 | 1.72 |
| Cerro Campana | 530 | Enero 1988 a enero 1989 | 8.46 |
| Cerro Orara | 435 | Julio a diciembre 1990 | 7.57 |
| Cerro La Molina | 790 | Noviembre 1990 | 3.60 |
| Lomas de Marcona | 920 | Noviembre 1991 | 4.40 |
| Lomas de Tacna | 765 | Noviembre a diciembre 1992 | 3.30 |
| Lomas de Atocongo | 535 | Noviembre 1992 a mayo 1993 | 5.57 |

Nota: Tomada de Pinche (1996)

2.2.4. Tipos de atrapanieblas

Tabla 4. Tipos de atrapanieblas

| Tipo captador | Materiales | Rendimiento | Año creación | Observaciones |
|--|---|---|--------------|--|
| Macrodiamante Primer diseño en Chile, presentado por la UNESCO | Tubos con revestimiento de malla tipo Raschel | 3.9 l/día/m ² | 1958 | Alta eficiencia de la captación y mayor autoresistencia de la estructura frente a las ráfagas de viento. |
| Cilíndrico Desarrollado por Pilar Cereceda con un grupo de alumnos de la Universidad Católica | Hilos verticales de polietileno y un bidón de metal | El primer día de aplicación obtuvo 4.75 litros de agua. | 1980 | Tiene una gran eficacia. Debido a su altura de 2 mts., no logra ser dañado por los vientos. |

| | | | | |
|---|---|---------------------|--------------|--|
| | Un par de pilares | | | |
| Bidimensional | distanciados a | | | Instalación sencilla, económico, autogestión y sin fuente de energía. |
| Realizado en Chile. Pueden ser simples de 48m2, dobles de 96 m2 o triples de 120 m2. | 12m, entre los cuales va una malla tipo Raschell de 4m de altura, unos tensores y una canaleta horizontal | Cerca de 3 l/día/m2 | 1980 1984 | Elevadas exigencias geográficas, reducción del rendimiento según la velocidad el viento. |

Nota: Tomada de Aránguiz *et al.*, 2009

2.2.4.1. Funcionamiento del atrapanieblas

Los atrapanieblas son sistemas que, en los días de precipitaciones horizontales, obtienen pequeñas gotas de agua, sobre todo las más diminutas que aún no han alcanzado el suficiente tamaño para ser precipitadas (de 1-40 μm). Son, en realidad, una estructura de obstáculos, compuesta principalmente por una red, la cual es capaz de soportar el viento y permitir que las gotas de agua se condensen. Debido a la gravedad, estas empiezan a descender encima de la parte superficial de la malla, desde donde serán direccionadas hacia una tubería que las conduce al tanque o cilindro donde se almacenará.

El funcionamiento y rendimiento de este sistema depende de muchos factores: los climáticos y el material o diseño del atrapanieblas. Para que esta técnica funcione correctamente, se debe considerar la presencia de humedad en la atmósfera, dirección y velocidad. Se calcula que uno de estos sistemas puede almacenar entre 3 y 5 L/día/m²; sin embargo, se han registrado captaciones de hasta 30 L/día/m², según el sitio, diseño y los factores climatológicos (41).

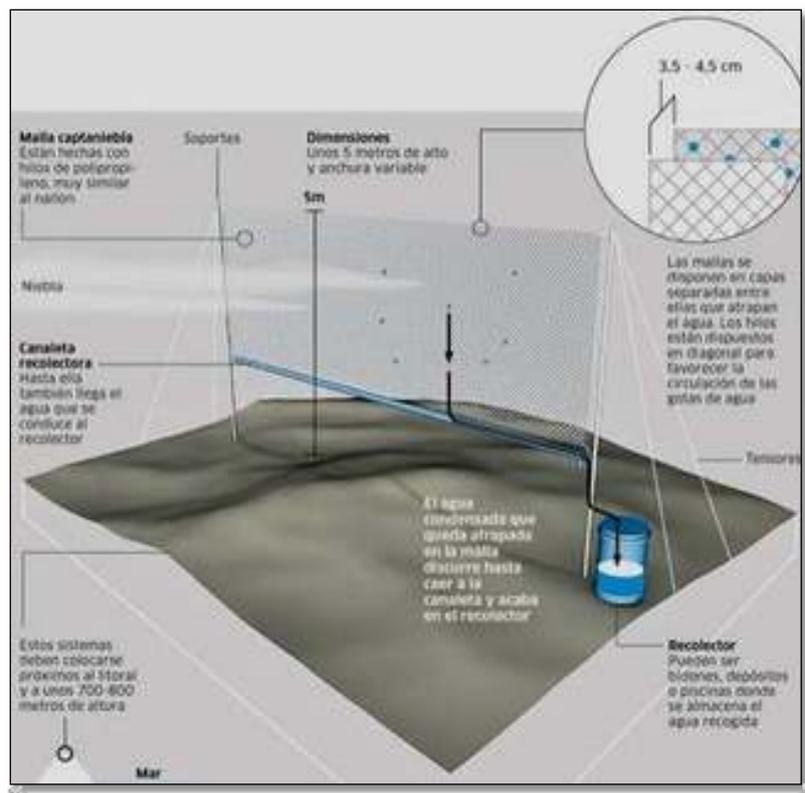


Figura 10. Sistema de captación de agua de niebla. Tomada de “Estudio sobre la captación pasiva de agua de niebla y su aplicabilidad” por Martos, 2009

2.2.5. Loma de Tacahuay

La Loma de Tacahuay está localizada en el norte de la región Tacna, en la pendiente occidental de los Andes ubicados al sur del Perú, frente a la costa del Océano Pacífico. Se encuentra localizada dentro de la provincia de Jorge Basadre, distrito de Ite, a 118 km de la ciudad de Tacna y a 39 km. de la ciudad de Ilo. Posee una extensión superficial de 1,703.3510 hectáreas y un perímetro de 18 703.61 m.

Este ecosistema es una formación natural, y al igual que las Lomas de Morro Sama, son un tipo único y especial que aún existe en Tacna y representa entornos ambientales muy importantes debido a sus características particulares en fisiografía y a la gran variedad de flora que alberga, en forma de oasis en medio de la zona desértica en la que se encuentra.

Los estudios acerca de la Loma de Tacahuay del departamento de Tacna han estado enfocados principalmente en su flora (INRENA, 2007; Velásquez, 2014), su fauna (INRENA, 2007; Mamani, 2014; Yllanes, 2018), en aspectos historiográficos y

arqueológicos (DeFrance, 2004, Umire, 1998) y unos pocos en las amenazas registradas en las Lomas (INRENA, 2007; SERFOR, 2014); sin embargo, no se han llevado a cabo investigaciones enfocadas en la tecnología de atrapanieblas como técnica de recuperación y aprovechamiento sostenible de recursos hídricos en ese ecosistema. En ese marco, esta investigación tiene el objetivo de abordar este tema a partir de la siguiente pregunta: ¿Cómo la tecnología del atrapanieblas permite la recuperación y aprovechamiento sostenible de recursos hídricos en el ecosistema de la Loma de Tacahuay de Tacna?

2.3. Definición de términos básicos

- Agua: Es un recurso capaz de renovarse, de origen natural, principal componente de los recursos hídricos, vital para la existencia humana y para la conservación de los ecosistemas (42).
- Ecosistema: Se denomina de esa manera al conjunto de comunidades de vegetación, fauna, microorganismos y seres abióticos que interactúan entre sí (42).
- Lomas: Son ecosistemas que presentan diversas características medioambientales y que tienen una gran diversidad de flora capaz de reverdecer durante los meses fríos de invierno (19).
- Niebla: Es una nube que se encuentra muy pegada a la superficie terrestre y está compuesta por gotas tan diminutas de agua, que no pesan lo suficiente como para descender. Por tal razón, permanecen suspendidas en la atmósfera y son arrastradas por las corrientes de viento (43).
- Humedad: Es la cantidad de agua en forma de vapor en un determinado volumen de aire (24).
- Temperatura: Es un parámetro físico que nos indica el valor de calor de un determinado lugar o ambiente (19).
- Atrapanieblas: Son estructuras construidas e implementadas a una determinada altura en las zonas costeras que tienen la función de atrapar las partículas de agua presentes en la neblina y así poder tener otra fuente de agua (4).
- Desarrollo sostenible: Implica el desarrollo para satisfacer las necesidades actuales sin perjudicar ni afectar a las necesidades de las futuras generaciones (42).

- Técnica prehispánica: Son las técnicas que utilizaban los pobladores hace muchos años para sobrevivir y aprovechar sus recursos de una manera sostenible (19).
- Tecnología sostenible: Es un conjunto de herramientas fáciles y prácticas de aplicar, y de bajo costo (44).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene un alcance exploratorio, ya que se busca analizar un tema y zona de estudios poco estudiados; además, tiene un enfoque cualitativo. Como parte de la metodología, se ejecutarán entrevistas, observaciones directas, análisis de documentos y material audiovisual, entre otros (4).

3.2. Diseño de la investigación

El presente trabajo tiene un tipo de diseño fenomenológico. Este tipo de estudios se caracteriza porque su principal objetivo es investigar, describir y comprender las experiencias de otros individuos en relación con un fenómeno, para encontrar las características en común de dichas experiencias (4). En ese marco, la presente investigación ha recolectado información sobre las experiencias de otras personas que han abordado analíticamente las tecnologías captadoras de agua de niebla y han comprendido cómo estas benefician a las poblaciones aledañas para contribuir al desarrollo sostenible.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población para esta investigación será el universo de personas a entrevistar, agrupadas en expertos profesionales, investigadores y tesisistas, que aplicaron que adoptaron el atrapanieblas como práctica y obtuvieron beneficios con esta tecnología.

3.3.2. Muestra

En el presente trabajo, se aplicará la muestra “casos tipo”, la cual persigue la riqueza, profundidad y calidad de los datos (no la cantidad ni normalización) (4), ya que se analizarán los valores y experiencias de otras personas (se realizaron un total de siete entrevistas a expertos profesionales que han aplicado estas tecnologías). En la tabla 7, se muestran a las personas que han logrado ser entrevistadas, que, para fines de la investigación, han sido denominados ‘informantes clave’.

Tabla 5. Grupo de informantes clave

| Grupo de informantes clave | Número de informantes | Código |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------|
| Movimiento Perú Sin Agua | 1 | MPSA |
| Geógrafo | 1 | GJM |
| Red de Lomas del Perú | 1 | RLP |
| Comando Ecológico | 1 | CE |
| SERFOR | 2 | SFM – SFC |
| Investigador | 1 | INV |

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Es este trabajo de investigación, las técnicas que se han utilizado han sido la entrevista en profundidad, que es definida como un método cualitativo de investigación estructurada con base a objetivos concretos y consiste en el análisis detallado de la información obtenida de los informantes claves (45). En la presente investigación, se obtuvieron un total de siete entrevistas.

Además, se ha utilizado la técnica de análisis documental, que es definida como la búsqueda, crítica, análisis e interpretación de información obtenida y registrada en fuentes documentales (46). Los instrumentos que han permitido recolectar los datos han sido el guion de entrevista, es decir, el rol de preguntas, y la ficha de la transcripción ordenada de las entrevistas; en estos, se focalizan todos los temas que se desean abordar, partiendo de los objetivos de la investigación (45).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

Los resultados de la investigación se muestran de acuerdo a los objetivos planteados.

4.1.1. Dinámica geográfica y ecológica de la Loma de Tacahuay

La Loma de Tacahuay está localizada al norte de la región Tacna y al sur del departamento de Moquegua, exactamente en el límite de ambas regiones, en la pendiente occidental de los Andes del sur del Perú, frente a la costa del Océano Pacífico. Es parte de la provincia Jorge Basadre, distrito de Ite, a 118 km de la región Tacna y a 39km de la ciudad de Ilo. Posee una extensión superficial de 1,703.3510 hectáreas y un perímetro de 18 703.61 m. Es un espacio compartido por Moquegua y Tacna.



Figura 11 .Puntos delimitados de la Loma de Tacahuay. Elaboración propia, 2021

4.1.1.1. Geografía de la Loma de Tacahuay

La Loma de Tacahuay tiene una formación compuesta de una cadena de montañas, las cuales son parte de la cordillera de los Andes. Esta formación geológica se crea por la elevación de rocas intrusivas a causa del choque de la placa Continental con la placa

posee una vegetación escasa, como arbustos, subarbustos y cactáceas, y es conocida como ecosistema de lomas.

Asimismo, en el Mapa de Clasificación Climática elaborado por el Senamhi en el año 2021, con datos de los años 1981 al 2010, bajo la clasificación climática de Thornthwaite, se muestra que la Loma de Tacahuay tiene una precipitación de tipo árida, es decir, con una deficiencia de lluvias en todas las estaciones, posee un clima semicálido y humedad atmosférica (51). En esa misma línea y según el Ministerio del Ambiente, en el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal se observa que tiene como Macro-Provincia de humedad dos tipos: uno es el tipo desecado-árido con formación vegetal de herbazal y otras, con unidades naturales de cobertura vegetal de loma (Lo), que son las que están ubicadas en las estribaciones andinas cerca del mar, conocidas como los desiertos costeros, formadas por las frías temperaturas del agua de mar continental. El otro tipo de humedad es el superárido- semiárido, como formación vegetal de un bosque; sus unidades naturales de cobertura vegetal son el bosque seco tipo sabana (Bss) y el desierto costero (Dc), ubicados en las llanuras con un revestimiento de almacenamiento de precipitaciones y terrazas marinas. Este tipo de capa de vegetación hace referencia a la presencia de árboles, arbustos, comunidades de arbustos y suculentas (53).



Figura 13. Mapa de clima de la Loma de Tacahuay. Elaboración propia, 2021

La presencia de neblinas en las lomas es alta durante la mayor parte del día. Cabe mencionar que las formaciones topográficas, con cerros que llegan a tener mayor altitud, junto a la humedad proveniente del mar, son las causantes de originar este peculiar ecosistema, en medio de una franja árida como es la zona costera del sur del Perú y del norte de Chile.

Actualmente, no existe alguna estación hidrometeorológica en la Loma de Tacahuay, pero sí hay algunas instaladas alrededor. Hay tres estaciones convencionales-meteorológicas, las cuales son las siguientes: la Estación Ilo en el distrito del Algarrobal, la Estación Punta de Coles en el Área Natural Protegida y la Estación Ite en el respectivo distrito; también se encuentra la Estación Puente Viejo de tipo automática Hidrológica ubicada en el distrito de Locumba de la región Tacna.



Figura 14. Mapa de estaciones hidrometeorológicas del Perú. Tomada del SENAMHI, 202, (52)

Tabla 6. Promedio de datos Hidrometeorológicos de las estaciones cercanas a la Loma de Tacahuay del año 2017 hasta marzo del 2020

| Estación | Altitud | Temperatura (°C) | | Humedad relativa (%) | Precipitación (mm/año) |
|----------------------|-----------------|------------------|--------|----------------------|------------------------|
| | | Máxima | Mínima | | |
| Estación Ilo | 60 ms. n. m | 27.7 | 18.1 | 85.8 | 6.3 |
| Estación Punta Coles | 25 ms. n. m | 23.7 | 17.9 | 86 | 22.1 |
| Estación Ite | 160 ms. n. m | 23.6 | 18 | 77.8 | 78 |

Nota: Elaboración propia, datos tomados de Senamhi, 2021(51)

Según el Ministerio de Agricultura, en el Mapa de Suelos del Perú, creado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales, el suelo de la Loma de Tacahuay es del tipo leptosol lítico–Afloramiento lítico (LPq-R) (54); estos suelos son los que se encuentran con calizas en el medio y las rocas duras están ubicadas principalmente en las laderas con fuertes pendientes o en zonas de más altura de la zona montañosa, donde la erosión es mayor (55). En esta línea, según el SERFOR, en el año 2014, se identificaron algunos hábitats como la cresta con presencia de rocas, fondo de quebrada, área de cactáceas, ladera con presencia de rocas y loma herbácea. En ese sentido, el uso que se le ha venido dando a estas lomas ha sido como fuente de alimento para rebaños de ovinos y caprinos, extracción ilegal de árboles de tara para leña y aprovechamiento de un ojo de agua para el riego de olivares.

En conclusión, la loma de Tacahuay se caracteriza por estar conformada por una cadena de montañas y colinas, cuya altura máxima llega a los 907 ms. n. m. Estas montañas están conformadas por rocas intrusivas, que tienen en la parte de más altura una superficie más plana. Su litología está formada por caliza en el medio, y rocas duras en las laderas con fuertes pendientes y en las zonas de mayor altura donde presentan una gran erosión. Esta zona costera tiene mayor riesgo ante la ocurrencia de sismos. Asimismo, por estar en una zona desértica, posee un clima árido perárido, con una temperatura cálida y gran humedad, al 83.2% aproximadamente. Mayormente, en

los meses de invierno, se crea una densa neblina que permite la formación ecológica de la loma.

4.1.1.2. Ecología de la Loma de Tacahuay

Para conocer la dinámica ecológica de la Loma de Tacahuay, se consideró la variedad de flora y fauna que presenta el ecosistema, la cual es muy amplia y especial, y puede crearse y mantenerse gracias a los factores climáticos que posee; asimismo, debido a su singularidad ecológica, en el año 2018 se le incluyó en el grupo de ecosistemas frágiles por el Ministerio de Agricultura y el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

4.1.1.2.1. Flora

En el año 2013, se registraron, en la Loma de Tacahuay, la cantidad de 58 especies vegetales, en grupos de 45 géneros y 23 familias taxonómicas, donde sobresalen las *Asteraceae*, *Solanaceae* y *Amaranthaceae* (56).

Tabla 7. Riqueza de especies por familias en la Loma de Tacahuay, durante los periodos 2010 y 2011

| Familia Taxonómica | Nº de Especies | Porcentaje |
|----------------------|----------------|------------|
| <i>Asteraceae</i> | 9 | 15.5% |
| <i>Solanaceae</i> | 9 | 15.5% |
| <i>Amaranthaceae</i> | 6 | 10.3% |
| <i>Malvaceae</i> | 4 | 6.9% |
| <i>Lamiaceae</i> | 3 | 5.2% |
| <i>Poaceae</i> | 3 | 5.2% |
| <i>Boraginaceae</i> | 2 | 3.4% |
| <i>Brassicaceae</i> | 2 | 3.4% |
| <i>Fabaceae</i> | 2 | 3.4% |
| <i>Loasaceae</i> | 2 | 3.4% |
| <i>Urticaceae</i> | 2 | 3.4% |
| <i>Verbenaceae</i> | 2 | 3.4% |
| <i>Anacardiaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Asparagaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Basellaceae</i> | 1 | 1.7% |

| | | |
|------------------------|-----------|-------------|
| <i>Cactaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Caprifoliaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Caryophyllaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Convolvulaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Euphorbiaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Geraniaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Montiaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Oxalidaceae</i> | 1 | 1.7% |
| <i>Plumbaginaceae</i> | 1 | 1.7% |
| Total | 58 | 100% |

Nota: Tomado de Velásquez (2013)

Las hierbas suman el porcentaje de 72%. Según su origen y esparcimiento, el 17.2% hace referencia a las especies nativas endémicas, entre las que se encuentran las familias *Solanaceae*, *Fabaceae*, *Cactaceae*, *Montiaceae* y *Oxalidaceae*; el 72.4% a las especies nativas, entre las que se encuentran las familias *Asteraceae*, *Amaranthaceae*, *Anacardiaceae*, *Asparagaceae*, *Malvaceae*, *Poaceae*, *Boraginaceae*, *Verbenaceae*, *Basellaceae*, *Caprifoliaceae*, *Caryophyllaceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae* y *Plumbaginaceae*; y el 10.3% a especies exóticas, entre las que se encuentran las familias de *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Urticaceae* y *Geraniaceae*.

Se entiende que las especies de tipo herbácea son las representantes de la forma de crecimiento más común en este ecosistema. No obstante, en la época antigua y en la actualidad, los del tipo arbóreo muestran una gran diversidad.

Tabla 8. Formas de crecimiento de especies registradas en la Loma de Tacahuay durante los años 2010 y 2011

| Forma de crecimiento | Número de especies | Porcentaje |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------|
| Hierba | 42 | 72% |
| Arbusto | 11 | 19% |
| Árbol | 2 | 3% |
| Suculenta | 1 | 2% |
| Hierba parásita | 1 | 2% |

| | | |
|-------------------|-----------|-------------|
| Enredadera | 1 | 2% |
| Total | 58 | 100% |

Nota: Tomado de Velásquez (2013)

La densidad poblacional de tara, se promedió en 12 ind/ha (individuos por hectárea), dato que se logró obtener en el fondo y laderas de la quebrada, que es la zona donde se ha observado mayor concentración de la especie. En las laderas de mayor altura y cumbres de cerros, la presencia de esta es menor y está más dispersa. La tara, según el D.S. 043-2006-AG, está categorizada en el Perú como especie vulnerable (VU) de extinción, de ahí la importancia de este relicto (incluso, en otras zonas de Tacna, con una densidad importante, no existe). En algunas pocas zonas de Tarata, se puede encontrar tara silvestre, pero sólo son individuos muy aislados que no sobrepasan los 20 árboles en un mismo lugar (47).

Asimismo, la Loma de Tacahuay se relaciona con especies alto andinas. Las actividades de pastoreo, trashumancia y la caída de huaycos, han sido parte de la formación de los biotipos vegetales que crecen actualmente en estas lomas; de igual manera, los ojos de agua y paleocanales de la Loma de Tacahuay contribuyen a la existencia de estas especies como la *Typha sp.*, *Hydrocotile sp.* y *Pteridophytas*. Los primeros grupos de pobladores sobrevivieron alimentándose de recursos marinos, y a la vez de gran porción de los campos de la Loma de Tacahuay. Cuando llegaron los españoles, se empezó a desarrollar el cultivo de *olea europea* (olivo). Actualmente, en esta zona, se realizan las actividades de pastoreo ganado vacuno, extraen la *Caesalpinia spinosa* (tara) y cultivos de *Olea europea* (olivo).

4.1.1.2.2. Fauna

Se reportaron 31 diferentes especies de aves agrupadas en 17 familias y 10 órdenes en el periodo de los meses de octubre del año 2009 hasta setiembre del año 2010. Todas las especies que se han registrado en la quebrada de Tacahuay, perteneciente a la Loma de Tacahuay, corresponden solamente al 1.7% de la cantidad total de las se han registrado en el Perú (47).

Dentro de las principales, se encuentran el jilguero, turtupilin, leque-leque, paloma, aguilucho y gorrión americano.

Tabla 9. Fauna silvestre registrada en la primera salida de campo a la loma de Tacahuay, Diciembre, 2007

| Nombre común | Nombre científico | Tipo de registro |
|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| - Aves | | |
| Jilguero | <i>Carduelis magellanica</i> | Avistamiento |
| Turtupilin | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Avistamiento |
| Leque-leque | <i>Burhinus superciliaris</i> | Indirecto (vocalización) |
| Paloma | <i>Metriopelia ceciliae</i> | Avistamiento |
| | <i>Circus cineres</i> | Avistamiento |
| Aguilucho | <i>Geranoaetus melanoleucus</i> | Avistamiento |
| Gorrión americano | <i>Zonotrichia capensis</i> | Avistamiento |
| - Mamíferos | | |
| Guanaco | <i>Lama guanicoe</i> | Encuesta |
| Zorro | <i>Pseudalopex sp.</i> | Encuesta: indirecto (fecas) |
| Liebre europea | <i>Lepus europaeus</i> | Encuesta |
| - Anfibios | | |
| Sapo | <i>Bufo sp.</i> | Avistamiento; indirecto |
| - Reptiles | | |
| Lagartijas | <i>S/I</i> | Avistamiento |

Nota: Tomado de INRENA (2007)

En el año 2007, INRENA realizó un estudio de campo y determinó al guanaco (*Lama guanicoe*) como el mamífero más importante que se encuentra en estas lomas. Esta especie se ubica dentro de la categoría En Peligro (EN), según el D.S. 034-2004-AG. Otra especie registrada es la liebre europea (*Lepus europaeus*), esto último sería otra evidencia de la habilidad invasiva que presenta dicha especie, que ya se ha distribuido en gran parte del territorio natural de la región. Finalmente, el otro mamífero observado por las lomas es el zorro (*Pseudalopex sp.*) (47).

Por otro lado, en el ojo de agua próximo a la vía de acceso, se encontró la presencia de sapos, incluyendo estadios tempranos (renacuajos). Además, la presencia de rocas

y cuevas en las mismas, así como la oferta floral e insectos, permitiría la presencia de murciélagos como sucede en las lomas de Morro Sama.

Asimismo, según Mamani en el año 2014, se pudo registrar 11 órdenes con 32 familias de artrópodos que hacen la suma de 53397 habitantes; también se han registrado otras especies de fauna epígea como *Microlophus peruvians*, *Rhinella arequipensis*, *Thylamys pallidior*, *Phyllotis limatus*, las cuales suman la cantidad 91 individuos (57).

Tabla 10. Sistemática de Artrópodos en La Quebrada de Carrizales de la Loma de Tacahuay 2014

| N° | CLASE | ORDEN | FAMILIAS |
|-----------|--------------|--------------|-----------------------|
| 1 | INSECTA | Coleoptera | <i>Carabidae</i> |
| | | | <i>Scarabaeidae</i> |
| | | | <i>Tenebrionidae</i> |
| | | | <i>Trogidae</i> |
| 2 | INSECTA | Diptera | <i>Anthomyiidae</i> |
| | | | <i>Asilidae</i> |
| | | | <i>Calliphoridae</i> |
| | | | <i>Culicidae</i> |
| | | | <i>Muscidae</i> |
| | | | <i>Shyrphidae</i> |
| | | | <i>Tachinidae</i> |
| 3 | INSECTA | Lepidoptera | <i>Aegeriidae</i> |
| | | | <i>Crambidae</i> |
| | | | <i>Noctuidae</i> |
| | | | <i>Pyralidae</i> |
| | | | <i>Pterophoridae</i> |
| 4 | INSECTA | Hemiptera | <i>Coreidae</i> |
| | | | <i>Nabidae</i> |
| | | | <i>Pentatomidae</i> |
| 5 | INSECTA | Hymenoptera | <i>Cicadellidae</i> |
| | | | <i>Formicidae</i> |
| | | | <i>Ichneumonoidea</i> |

| | | | |
|----|--------------|-------------------|---------------------------------------|
| | | | <i>Scoliidae</i> |
| 6 | INSECTA | Dermaptera | <i>Forficulidae</i> |
| 7 | INSECTA | Orthoptera | <i>Gryllidae</i> <i>Acrididae</i> |
| 8 | INSECTA | Neuroptera | <i>Hemerobiidae</i> |
| 9 | MELACOSTRACA | Isopoda | <i>Porcellionidae</i> |
| 10 | CHILOPODA | Scolopendromorpha | <i>Scolopendridae</i> |
| 11 | ACARINA | Parasitiformes | <i>Phytoseiidae</i> |
| 12 | ARACHNIDA | Araneae | <i>Lycosidae</i> <i>Salticidae</i> |
| 13 | REPTILIA | Squamata | <i>Tropiduridae</i> |
| 14 | AMPHIBIA | Anura | <i>Bufo</i> |
| 15 | MAMMALIA | Didelphimorphia | <i>Didelphidae</i> |
| 16 | MAMMALIA | Rodentia | <i>Cricetidae</i> |

Nota: Tomado de Mamani (2014)

Se registraron también 16 órdenes, 32 familias de insectos, un representante de la familia *Amphibia Rhinella arequipensis*, dos representantes de la familia marsupiales *Thylamys pallidior* y un representante de la familia *Rodentia Phyllotis limatus*, con una cantidad total de 53488 individuos.

Asimismo, en el año 2014, el SERFOR realizó la evaluación de campo de la Loma de Tacahuay y emitió la Ficha Técnica del ecosistema frágil, donde indica que el ecosistema experimentó las presiones antrópicas de la explotación de canteras, carretera carrozable, pastoreo de ganado y los residuos sólidos (magnitud, duración y extensión) (58).

Tabla 11. Presiones antrópicas de la Loma de Tacahuay

| Presiones antrópicas | Tamaño | Permanencia | Espacio |
|--------------------------------|--------|-------------|------------|
| Explotación de canteras | Alta | Permanente | Casi total |
| Carretera carrozable | Media | Permanente | Casi total |
| Pastoreo de ganado | Media | Temporal | Casi total |

| | | | |
|-------------------------|------|------------|-------|
| Residuos sólidos | Baja | Permanente | Local |
|-------------------------|------|------------|-------|

Nota: SERFOR, Gobierno Regional de Moquegua, Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua (2014).

En resumidas cuentas, la Loma de Tacahuay tiene un gran potencial, pero, hasta la fecha, no se ha explotado de una manera sostenible. Por esa razón, se encuentra en un estado de abandono. A pesar de ello, esta sigue brindando algunos servicios ecosistémicos; en el ámbito educacional, por ejemplo, permite que los estudiantes realicen estudios de su flora y fauna principalmente; además, permite la provisión de recursos genéticos, servicios de alimento y turismo.

El SERFOR, realizó el estudio de estos servicios, mediante el cual se pudo evaluar la calidad y cantidad de cada uno, y del uso actual que se le está dando.

Tabla 12. Servicios Ecosistémicos de la Loma de Tacahuay

| Servicios Ecosistémicos | Importancia | Cantidad | Uso actual |
|---|--------------------|-----------------|-------------------|
| Educación | Alto | Media | Nulo |
| Suministro de Recursos Genéticos | Media | Alta | Nulo |
| Alimento | Nulo | Media | Nulo |
| Turismo | Baja | Media | Bajo |

Nota: SERFOR, Gobierno Regional de Moquegua, Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua (2014)

Como se puede observar en la Tabla 12, no se le está dando la importancia debida al ecosistema, y tampoco se está aprovechando, de una manera sostenible, todo lo que este ecosistema puede brindarnos. Cabe destacar que, para lograr obtener estos resultados, se han analizado las siete entrevistas realizadas a los informantes claves, en las que se filtraron las respuestas a cada pregunta planteada (Anexo 2); de esa manera, se pudieron describir y detallar sus conocimientos sobre la aplicación de atrapanieblas y de los ecosistemas de lomas costeras.

4.1.2. Contexto histórico de atrapanieblas de la Loma Tacahuay

4.1.2.1. Estudios e investigaciones previas

A nivel nacional, existen varias organizaciones que han realizado investigaciones sobre la aplicación de atrapanieblas en los ecosistemas de las Lomas Costeras. En general, se sabe que en Latinoamérica empezaron a ser conocidos hace un poco más

de 50 años, pero en Europa, hace 200 años aproximadamente. El informante clave GJM menciona "...Los investigadores naturales son los biólogos, arqueólogos e historiadores; con respecto a la biología no había mucha difusión. Recién hace unos 5 o 6 años, ha habido una explosión de investigaciones, sobre todo por jóvenes para sus tesis...". De esto se confirma que muchos de los estudios e investigaciones han estado basados, principalmente, en el aspecto histórico, pero se ha dejando de lado la importancia del ecosistema. Sin embargo, debido a que en una gran parte del país existen comunidades que no tienen acceso al servicio hídrico, muchos ciudadanos han ideado formas de obtener agua potable para utilizarla en sus actividades domésticas; uno de los modos para lograrlo ha sido trabajando con organizaciones.

Asimismo, el informante clave GJM menciona que "...Se han observado atrapanieblas en zonas donde estaban abandonadas porque evidentemente no funcionaron. Se cree que muchos de los fracasos de esos proyectos han sido porque no se ha planeado el uso; cuando se acababa el financiamiento de una ONG, ya nadie se hacía cargo...". Esto reafirma no solo que la importancia del apoyo de las comunidades, sino de vislumbrar, desde el principio, cómo se utilizará el agua captada. En ese marco, actualmente, según el informante clave GJM, se han creado las comunidades de lomereros, que son los defensores de los ecosistemas de lomas que incluyen a los investigadores y ciudadanos comprometidos. Esto significa que, si antes no existían iniciativas para la protección de estos ecosistemas, ahora se busca conservarlos frente a la expansión urbana, debido a su geografía, y a que son ecosistemas únicos y sumamente importantes(39).

En ese mismo contexto, según las plataformas virtuales ALICIA y RENATI, se han realizado 59 tesis de investigación, desde el año 2005 hasta el 2021, que tienen relación con los ecosistemas de Lomas y la aplicación del atrapanieblas. Estas varían en función al año y a la universidad, tal como se muestra en las figuras 14 y 15 (59, 60).



Figura 15. Trabajos de investigación sobre atrapanieblas en ecosistemas de Lomas por años

Como se señaló y de acuerdo a un análisis minucioso de las investigaciones publicadas en las plataformas virtuales ALICIA y RENATI, se han analizado los estudios de atrapanieblas en ecosistemas de Lomas desde el 2005; para obtener estas cantidades de investigaciones por año, se analizó cada título de cada investigación y, posteriormente, sus objetivos y resultados; esto último permitió encontrar similitudes con el presente trabajo. También se filtró cuáles fueron las zonas de las Lomas donde se realizaron estos estudios para poder obtener un resultado más exacto. En el gráfico, se muestra que en el año que se realizaron más investigaciones fue el 2019 (14 publicaciones), seguido del 2018 (12 investigaciones). Asimismo, las Lomas que tienen más investigaciones son las de Villa María Triunfo (10 publicaciones), las Lomas de Piura (5 investigaciones) y las Lomas de la región de Lima (que son las que han sido más estudiadas). De la Loma de Tacahuay se realizaron 5 investigaciones, mayormente sobre su diversidad ecológica (59, 60).

También, se hizo una revisión minuciosa acerca de las universidades donde se han realizado este tipo de investigaciones, y se lograron obtener los resultados mostrados en la Figura 15.



Figura 16. Cantidad de investigaciones sobre atrapanieblas en ecosistemas de Lomas por universidades

Como se observa, la Universidad César Vallejo es la que ha realizado más investigaciones sobre este tema (13 publicaciones), seguida de la Universidad Agraria La Molina (10 publicaciones) y la Universidad Privada del Norte (8 publicaciones) (59). De todas las investigaciones publicadas, 47 han sido de pregrado para obtener títulos profesionales, 4 para el grado de bachiller y 8 de postgrado para obtener el grado de maestría.

4.1.2.2. Ocupaciones de los primeros pobladores en Las Lomas

Los ecosistemas de Lomas han permitido la subsistencia del hombre desde la antigüedad. Se cree que el hombre llegó al Perú entre los años 21000 a 10000 a. C., y buscaba sus alimentos en las zonas costeras, ya que en los desiertos no habían recursos para alimentarse (61). Tal como menciona el informante GJM "...Las lomas fueron espacios claves para esto, por lo que se entiende que se tenía una dependencia importante a estos ecosistemas, no solo en términos para la caza, sino también para la agricultura, recolección de agua, materiales para construcciones de otros tipos de tecnologías...". Sobre esto, se han encontrado distintas evidencias, por ejemplo, la existencia de instrumentos líticos, que son herramientas de piedra o diferentes tipos de rocas y minerales, las pesas utilizadas en la pesca, batanes, piedras molidoras y pulidoras; y fogones, los cuales indican que en ese lugar se utilizaba algún material como cocina para la preparación de sus alimentos (62).

Asimismo, se ha observado que existieron complejos extendidos de arte rupestre dentro de las Lomas de Lachay, los cuales indican un patrón vinculado entre el arte rupestre y el ecosistema. Por otro lado, existen otros sitios arqueológicos descubiertos en los últimos años los cuales muestran con mayor firmeza que los valles de Lima tienen notorios complejos rupestres con condiciones y personalidades propias, lo que hace comprender que existieron habitantes en esas zonas hace muchos años atrás (63).

4.1.2.3. Primeros inicios

Las investigaciones de Lomas como ecosistemas no son muy antiguas. Las principales han sido estudios ecológicos, por parte de los primeros investigadores que llegaron al Perú por los años 1800, antes de la independencia. Los atrapanieblas empezaron a ser utilizados en las Islas Canarias hace 200 a 250 años. Según el informante clave GJM, en Latinoamérica el país pionero fue Chile, que implementó el uso de esta técnica en el año 50. Según este, el profesor Carlos Espinoza empezó a medir la niebla que se formaba en las montañas cercanas a la ciudad y, desde ese entonces, se dedicó a diseñar prototipos para la recolección de agua (39).

Posteriormente, llegaron a Perú hace unos 45 o 50 años aproximadamente. Según el informante clave RLP, cerca del año 1999, un chileno trajo el atrapanieblas a las Lomas de Atiquipa y, según el informante clave MPSA, fue hace 50 años que lo implementó él mismo, según explica: “...Una noche pude observar una neblina bastante densa y que goteaba de las calaminas, y como la casa se encontraba cercada con mallas Raschell, miré que a través de esta goteaba una gran cantidad de agua. Entonces, a partir de ese momento, se comenzó a utilizar este material para captar el agua de niebla...” (64).

4.1.2.4. Lugares donde se aplicaron

Como mencionan los informantes clave MPSA, GJM, RLP, INV y CE, se han aplicado los atrapanieblas en bastantes departamentos y distritos del Perú, desde Piura hasta Tacna: en las Lomas de Atiquipa en Arequipa, en Moquegua, en la altura de Tacna, por el oriente de Iquitos hasta Pucallpa, y en Lima, en aproximadamente, 14 distritos (Villa María del Triunfo, Lomas de Lachay, Lomas de Asia, Lomas de Lúcumo, Lomas de Miradores en San Juan de Lurigancho, en Rímac, en Carabayllo, Lomas de Amancaes, Atocongo, en el Callao para aprovechar la brisa marítima y la Loma de

Tacahuay). También en otros países como en Europa, Estados Unidos, y Chile, el pionero en Latinoamérica, han aplicado esta tecnología.

4.1.2.5. Problemas para su implementación

En algunos casos, la implementación del atrapanieblas no ha sido sostenible. Tal como menciona el informante RLP "...Solamente eran para investigaciones cortas de las universidades, y la mayor parte del dinero se iba en los sueldos de los pobladores cercanos por su cuidado, uso y mantenimiento. Entonces, cuando estos proyectos culminaban, se iban los encargados y los pobladores ya no se hacían cargo porque nadie les pagaba...". Además, podría enfrentar inconvenientes de ubicación. Por ejemplo, cuando no se consideran los puntos donde se van a colocar, en algunas ocasiones, personas malintencionadas se llevan materiales correspondiente al atrapanieblas, lo que estropea su funcionamiento. Por último, podría enfrentar problemas relacionados con el clima. Por ejemplo, el viento a veces rompe las mallas; por eso, se debe ver la manera de cómo protegerla, así lo manifiesta el informante clave RLP "...Utilizando más tensadores, reduciendo su tamaño de 6x4 metros a 4x4 metros, y colocándolos de forma escalonada...".

Por último, antes de aplicar esta técnica, se recomienda comunicar y conversar con los dueños de los terrenos, pobladores o asociaciones encargadas de las Lomas para evitar algún tipo de problema.

4.1.2.6. Aplicación en otros ecosistemas

El informante clave RLP afirma que, principalmente, se debe tener en cuenta que el atrapanieblas necesita viento y neblina del mar, lo que es característico de la zona costera del Perú y de Chile. Además, para que funcione, como dice el informante clave MPSA, se tiene que hacer un estudio, monitoreo y análisis por unos 10 o 15 días para estudiar su viabilidad y factibilidad. También se tendría que evaluar si la cantidad de agua captada es de gran significancia. El informante clave INV señala que es probable que se puedan aplicar en los bosques de niebla del norte, aunque sería mejor captar el agua de lluvia debido a su abundancia, al igual que en la Selva (65).

4.1.2.7. Proceso de ocupación en la Loma de Tacahuay

La Loma de Tacahuay es bastante antigua. Según el informante clave SFM, fue descubierta hace muchos años y es un lugar donde habitaron pobladores, ya que se ha

encontrado evidencia arqueológica de esto. Un ejemplo de ello es que cuando se estaba construyendo la carretera de la costanera, se descubrieron algunos huacos. Los arqueólogos encargados han realizado un estudio de la zona y han concluido que hace 10 mil a 12 mil años ya habían asentamientos humanos. Además se sabe que los pobladores se dedicaban mayormente a la pesca y la mayor parte de sus alimentos eran los mariscos que recolectaban en las zonas costeras. El informante clave SFM menciona que “...en esa zona, hace un buen tiempo atrás, bajaban los guanacos a alimentarse ahí y, por lo tanto, estos pobladores también podían matar a estos guanacos para alimentarse de ellos...”. También se cree que cazaban a las liebres para alimentarse y que utilizaban las buenas raíces de la variedad de plantas existentes en los ecosistemas.

Asimismo, el informante clave SFC, afirma que “...Se tiene como evidencia de que la presencia más antigua del hombre en la costa peruana se encuentra al sur en Tacna, justo en la loma de Tacahuay, que está entre 11mil años y 11600 años antes del presente en la zona de Morro Sama...”. Debido a que esta zona tiene una gran cantidad de años de antigüedad, no se puede decir con exactitud qué tipos de culturas estuvieron asentadas en ese espacio, solamente existen evidencias de los restos encontrados, los cuales son analizados por historiadores y arqueólogos.

Así también, el informante clave SFC menciona que “...Se conoce la experiencia de los changos o los camanchacos que eran grupos de personas trashumantes que estaban moviéndose constantemente de un territorio de la zona norte de Chile y sur de Perú...”. Ellos aprovechaban toda la biodiversidad marina y, por supuesto, la de las Lomas para poder alimentarse y obtener agua. Del mismo modo, según el informante clave SFM, “...En la época de setiembre, octubre y noviembre llegan los criadores de chivos y ovejas, los majaderos como se les llama, y esos grupos en esa temporada de Lomas cuando está todo verde traen su ganado y se asientan ahí e instalan su campamento de carpas mientras está su ganado en la zona...”. Asimismo, se sabe que existieron muchas culturas que ocupaban no solo las Lomas, sino también los valles, lugar donde la agricultura tenía un alto grado de desarrollo. En la actualidad, existen dos familias que viven en la Loma de Tacahuay y tienen sus propias cosechas.

A pesar de haber sido declarada como un Área de Conservación Ambiental por la Municipalidad de Ite y como un Área Prioritaria para la Conservación Regional de Tacna, hasta la actualidad, la Loma de Tacahuay no tiene ningún tipo de

administración, ni se está realizando algún tipo de proyecto de recuperación o conservación del ecosistema.

4.1.2.8. Proyecto ADMICCO

El Proyecto ADMICCO (Adaptación y Mitigación al Cambio Climático), junto con la asociación Civil LABOR, empezó a realizar en el año 2011 el proyecto titulado “Reforestación con agua captada de neblinas: recuperando la Loma de Tacahuay”. El encargado de verificar el funcionamiento fue el biólogo Martín Zambrano. En noviembre del 2011, se reforestó la primera hectárea con 121 árboles de tara, se logró instalar el atrapanieblas, el reservorio de 300 m³ con su respectiva geo membrana para evitar la filtración (cubierto con malla Raschell para disminuir la evaporación), el sistema de sistema de riego para la primera hectárea, una estación meteorológica y una caseta de vigilancia. Como producto de ello, como señala el informante clave SFM, “...en los cuatro años del proyecto, hasta diciembre del 2014, se reforestaron cerca de 800 taras en las laderas...”. A su vez, se dejó implementada una caseta, la poza, los sistemas de riego y los atrapanieblas.

“...Concluido el proyecto ADMICCO, se entregó toda la infraestructura a la Municipalidad de Ite, y esta se comprometió en darle la sostenibilidad a este proyecto, es decir darle funcionamiento a los atrapanieblas...”. Ellos se encargarían de asignar un guardián para que cuide esa zona. No obstante, este estatus se cumplió solo un año, ya que, luego, tras el cambio de alcalde, se detuvo ese proceso. Esta falta de continuidad de la gestión de la Municipalidad de Ite generó el abandono de los sistemas de atrapanieblas, de los cuales solo quedan algunos retazos. El gobierno de Tacna planea retomar este proyecto, pero aún no hay nada establecido.

4.1.3. Beneficios y ventajas de los atrapanieblas en la Loma de Tacahuay

Se denominan beneficios a todo aquello que se puede llegar a adquirir y experimentar al aplicar la tecnología del atrapanieblas (ya sea lugar, personas o poblaciones), mientras que las ventajas son las características de construcción y los materiales que hacen a esta técnica mucho más sencilla y económica para la obtención del recurso hídrico.

4.1.3.1. Beneficios

Los beneficios se refieren a cómo el uso del atrapanieblas puede satisfacer las necesidades de las poblaciones que tienen dificultades para adquirir el agua, y todo lo que experimentarán y obtendrán a partir de esto; así mismo, cómo impacta de una manera positiva a las zonas donde se aplica.

Todos los informantes clave han podido experimentar por sí mismos los beneficios de la aplicación de atrapanieblas y cómo estos han logrado salvar los ecosistemas desde que se empezó a utilizarlos (como las Lomas de Atiquipa en la ciudad de Arequipa). Según el informante clave RLP, por ejemplo, este era un sitio donde no existía ningún tipo de fruta debido a la escasez de agua, ya que las conexiones hidráulicas no llegaban hasta esa zona, pero, gracias a estos captadores artesanales, se obtuvieron grandes cantidades de agua, con lo que se logró la plantación y obtención de distintos tipos de frutas y verduras.

Por su lado, el informante clave GJM menciona que “...El atrapanieblas es una solución para todo; por un lado, si las condiciones de humedad y del relieve son adecuadas para producir una cantidad de agua que se pueda considerar útil y si hay una población cerca que le pueda dar un uso estratégico...”. Esta información se afirma en el proyecto realizado en la Loma de Tacahuay, ya que, sí se obtuvieron buenos resultados, utilizando el agua obtenida de la niebla para reforestar el ecosistema con una gran cantidad de árboles de tara.

En líneas generales, estas tecnologías son capaces de transformar desiertos y generan el crecimiento de un piso ecológico distinto al que ya existía; además, producen mejoras en la agricultura urbana y ecoturismo. También, se crean también pulmones ecológicos, que permite darle otro aspecto al ecosistema, lo que permite recuperar las especies de vegetación y poder sembrar muchas de las especies que se encuentran en peligro de extinción para evitar que desaparezcan (como la tara que es endémica de este tipo de ecosistemas). “...Todo esto se logra solamente utilizando la única fuente de agua que hay en las lomas que es la neblina y que no es algo que se le vaya a quitar a otros, es algo que ya está ahí presente y que no está siendo aprovechada...” (informante clave INV), lo que significa que los atrapanieblas no generan ningún impacto negativo en la naturaleza; al contrario, los beneficios son muchos, sobre todo

para las comunidades que utilizan esta agua captada en sus actividades diarias (domésticas, agropecuarias y en la agricultura).

Como dicen los informantes clave GJM y CO, “...Los principales beneficiados son las poblaciones que viven en los lugares donde no hay agua...”; por ejemplo, en Lima, debido al crecimiento urbano, hay un gran porcentaje de personas que todavía no pueden obtener agua fácilmente, ya que esta ha crecido de una forma tan desordenada que ha ocupado parte de las Lomas y hay zonas donde no les llega este servicio; entonces, ellos, al captar el agua de niebla, pueden llegar a tener jardines botánicos, biohuertos. Como señalan los informantes clave antes mencionados: “...Reforestando el ecosistema se beneficia a la población dándoles sombra, mayor oxigenación, y evitando que cuando hayan derrumbes las rocas los lastimen o causen algún tipo de daño...”.

En síntesis, la aplicación del atrapanieblas contribuye al desarrollo social, económico, cultural y ambiental. Como afirman los informantes clave GJM y RLP, “...Los atrapanieblas son una forma de enverdecer los desiertos dentro de los parámetros de la naturaleza, se utiliza un recurso que está presente en la naturaleza y que nadie más está utilizando...”. Con esto, se puede generar mayor agricultura sembrando una gran variedad de plantas como hortalizas, olivos, tara, papaya silvestre. Además, se puede mejorar el abastecimiento de agua, especialmente, a las comunidades que no tienen acceso al recurso; por último, sirven como atractivos turísticos para las personas. De esta manera, contribuyen al crecimiento sostenible del lugar donde se apliquen.

4.1.3.2. Ventajas

Las ventajas se refieren a las características que tiene el atrapanieblas en su construcción e instalación, lo que lo vuelve más fácil de adquirir, frente a los sistemas comunes de repartición y obtención de agua.

En ese marco, la instalación y aplicación de los atrapanieblas tiene diversas ventajas. En primer lugar, los materiales utilizados para su fabricación son económicos y están al alcance de todos. En segundo lugar son muy versátiles. Debido a que es una técnica artesanal, se pueden elaborar con distintos tipos de mallas, las cuales varían la cantidad de captación de agua. En tercer lugar, no requiere energía eléctrica u otro tipo de energía para su funcionamiento, lo que significa menor gasto. Finalmente, es ambientalmente amigable, ya que como afirma el informante clave INV, “...No genera

un impacto negativo en el ecosistema; al contrario, se crean más pisos ecológicos. No se explota alguna fuente; se puede utilizar para la ganadería y, por último, mejora la calidad de las vidas de las comunidades cercanas dándoles la oportunidad de tener sus propios jardines y parques...”. Por las razones antes expuestas, esta tecnología ha generado un gran desarrollo en los sitios donde se ha aplicado.

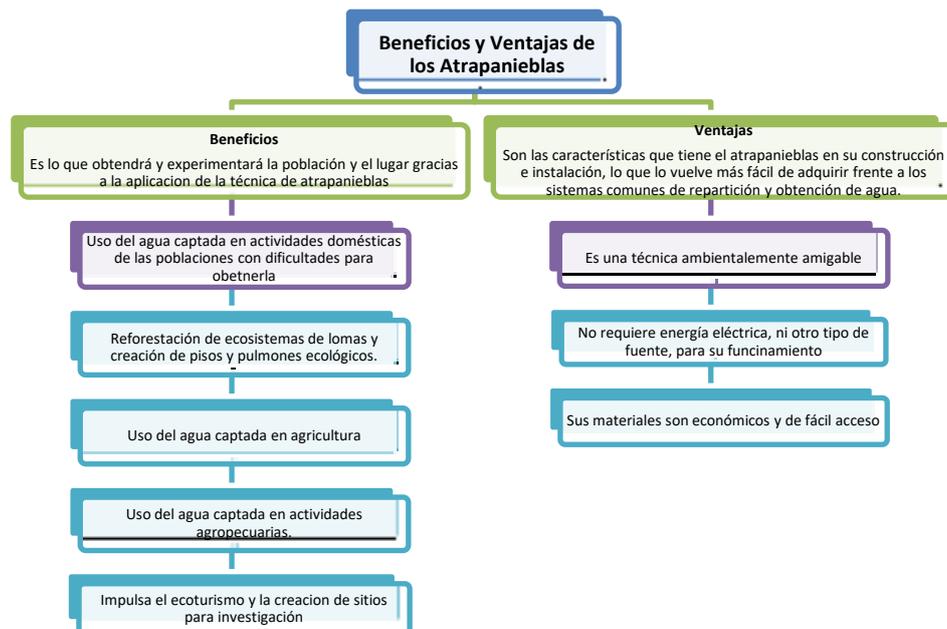


Figura 17. Diferencias de los beneficios y ventajas de los atrapanieblas

En la Tabla 13, se muestra el costo de cada material para la fabricación e instalación de un atrapanieblas y se puede observar que muchos de los materiales son de fácil adquisición y no tienen costos elevados.

4.1.4. Tecnología de atrapanieblas como técnica de recuperación y aprovechamiento sostenible de recursos hídricos en la Loma de Tacahuay

Después de haber analizado los aspectos anteriores, se puede concluir que la Loma de Tacahuay es un ecosistema muy importante debido a la enorme variedad de flora y fauna que habita en ella, a su formación geográfica y a las características climatológicas que presenta. De esa manera, la formación de neblina, debido a la presencia de humedad principalmente en los meses de invierno, es, en potencia, un recurso hídrico que se puede captar y aprovechar en la reforestación del ecosistema y para uso de las comunidades cercanas (necesidades básicas domésticas, actividades agropecuarias y de agricultura, etc.). De esta forma, se beneficiarán tanto las poblaciones que no tienen acceso al

recurso hídrico, como los ecosistemas de Lomas que se han visto amenazados en los últimos años. Esto último, principalmente, se realizará a través del uso de agua captada en sistemas de riego para plantar diversas especies de vegetación, principalmente la tara, que es endémica de la zona y que es, actualmente, una especie vulnerable en extinción; de esta manera, se recuperarían estos espacios creando más pisos y pulmones ecológicos (52).

Asimismo, durante la aplicación del Proyecto ADMICCO, se vieron resultados muy favorables para el ecosistema de la Loma de Tacahuay, ya que en esos cuatro años que se gestionó y administró, se pudo reforestar una considerable cantidad de árboles de tara, los cuales eran regados con el agua captada del sistema de atrapanieblas, que habían sido ubicados puntos estratégicos de la zona más alta de la Loma de Tacahuay. Con esto se comprobó que es una zona perfecta para aplicar la tecnología de atrapanieblas.

Finalmente, no hay que dejar de considerar que una de las ventajas de la fabricación del atrapanieblas es el bajo costo que tiene y los materiales requeridos se encuentran al alcance de todos. En la Tabla 13, se muestra la cantidad de cada material necesario y su precio; de esta manera, se podrá obtener el costo total del atrapanieblas.

Tabla 13. Costos para la fabricación y mantenimiento de un atrapanieblas

| Concepto | Cantidad | Unidad | Precio unitario | Precio total |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|------------------------|---------------------|
| Utensilios y herramientas | | | | |
| Hilo de pescar | 30 | Metros | 3 | 9 |
| Tijeras | 1 | Unidad | 3 | 3 |
| Aguja punta roma | 1 | Unidad | 1 | 1 |
| Alicate | 1 | Unidad | 12 | 12 |
| Guantes | 1 | Par | 7 | 7 |
| Estructura del atrapanieblas | | | | |
| Malla Raschell | | | | |
| 60% de sombra | 16 | M2 | 5.20 | 83.2 |
| Listón de madera | 2 | Unidad | 30 | 60 |

| | | | | |
|--------------------------------|---|--------|---------------|-------|
| Tubo PVC | 2 | | 7.4 | 14.8 |
| Cable acerado 0.5mm | 1 | M | 8 | 8 |
| Estaca | 2 | Unidad | 25 | 50 |
| Cemento | 3 | kg | 50 | 150 |
| Complementarios | | | | |
| Tanque | 1 | unidad | 209.9 | 209.9 |
| Mantenimiento | 2 | | 50 | 100 |
| Total | | | 707.90 | |

Nota: Tomada de Fog-water collection for community use, 2014

Como se observa, el costo aproximado de los materiales para el atrapanieblas es de S/.707.90, incluyendo el tanque donde se almacenaría el agua y el mantenimiento que se le debe brindar dos veces al año, lo cual es más económico que instalar todo el sistema convencional para tener agua potable en la zona, ya que se encuentra alejada de la ciudad de Ite (que es la más cercana) y causaría un impacto ambiental la realización de las zanjas para toda la conexión de tuberías.

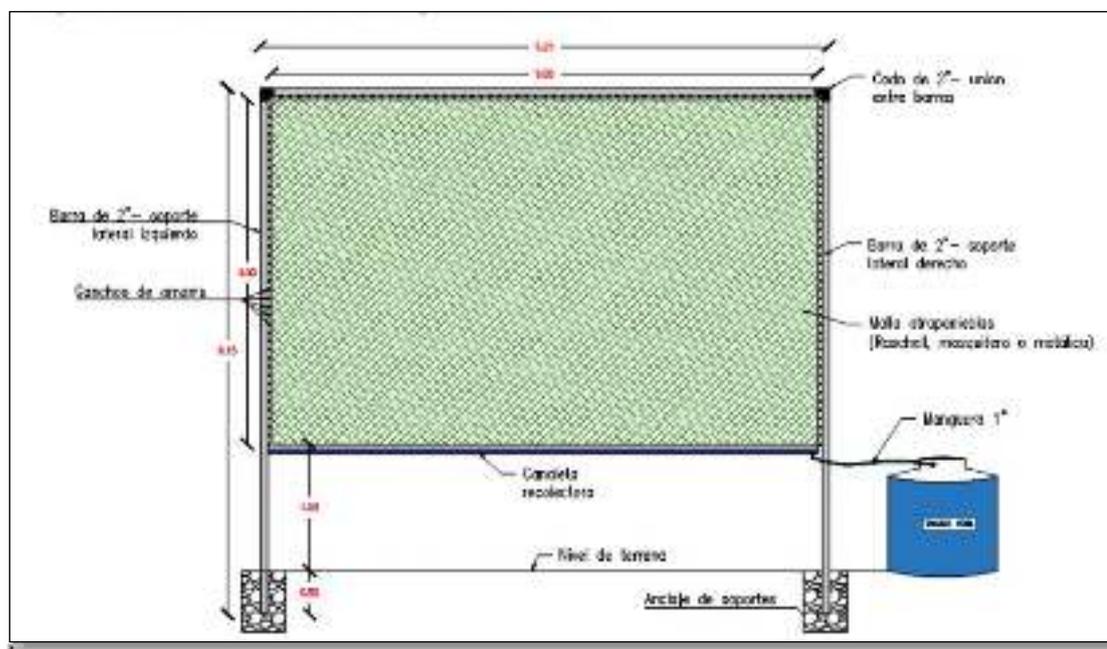


Figura 18. Diseño del atrapanieblas bidimensional. Tomada de “Volumen de agua aprovechable utilizando malla atrapanieblas en el centro poblado La Palma-Chota” por Cieza, 2019, 41

4.2. Discusión de resultados

Los trabajos de investigación sobre la Loma de Tacahuay, que está considerado dentro del grupo de ecosistemas frágiles y sitio prioritario para la conservación de la diversidad biológica por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del MINAG-INRENA, (2006), son escasos, y han sido principalmente estudios de la flora y fauna que presenta como ecosistema. Con esta investigación, que tiene el objetivo de analizar la tecnología del atrapanieblas como técnica de aprovechamiento hídrico en la Loma de Tacahuay, se ha generado un nuevo enfoque, ya que no existen antecedentes de otras investigaciones que profundicen en este objetivo.

En primer lugar, se logró alcanzar el primer objetivo, realizando un análisis documental minucioso de investigaciones existentes. Gracias a esta evaluación, se llegó a la conclusión de que la Loma de Tacahuay está conformada por una cadena de montañas, con una altura máxima de 907 msnm y una altura mínima de 55 msnm y, debido a su ubicación en una zona desértica con cercanía a la zona costera, presenta un clima árido con temperatura cálida y una humedad relativa de 83.2%, lo que genera la formación de una densa neblina que permite su formación ecológica. En este espacio, se identificaron 58 especies vegetales: las de tipo herbácea hacen referencia a la forma de crecimiento más común (72%), los arbustos (19%), los árboles (3%), que albergan la densidad poblacional de tara, donde se promediaron 12 individuos hasta el año 2007 según el INRENA. De igual manera, hasta el año 2007, se identificaron 31 especies de aves, las cuales representan el 1.7% de la cantidad total de especies registradas en el Perú; asimismo, es el habitat de anfibios, como los sapos; reptiles, como las lagartijas; y mamíferos como el zorro, liebre europea, murciélagos y el guanaco, que se encuentra en peligro de extinción.

En segundo lugar, se logró el segundo objetivo, el cual estuvo enfocado en el contexto histórico de los atrapanieblas como técnica prehispánica. Se demostró que estos se han aplicado en varios países alrededor del mundo desde hace muchos años y en el Perú se empezó a utilizar hace 50 años, aproximadamente, en distintos ecosistemas de Lomas logrando resultados muy beneficiosos. Además, se debe tener en cuenta que estas zonas han obtenido mayor importancia en los últimos años debido a las investigaciones que se han empezado a realizar (aunque no muchas, pero significativas) como las de Lomas de Villa María del Triunfo de Lima, las que han tenido mayor protagonismo. Del mismo modo, según las entrevistas realizadas, se considera que la zona costera del Perú, donde

están ubicadas principalmente las Lomas, son un espacio que ha sido habitado desde hace muchos años por los primeros pobladores, pues se tiene evidencia de restos arqueológicos. En ese marco, se coligió que en la Loma de Tacahuay hubo habitantes hace 10 a 12 mil años de antigüedad, los cuales se alimentaban, principalmente, de los recursos marinos, de las hierbas que crecían en las lomas y de los mamíferos como los guanacos; a su vez utilizaban materiales propios de las zonas para fabricar sus propias herramientas para su subsistencia.

En tercer lugar, se lograron identificar los beneficios de la aplicación de atrapanieblas. El primer beneficiario son las poblaciones aledañas, que no tienen acceso al recurso hídrico y que aprovechan el agua captada para satisfacer sus necesidades actuales y para el riego de sus cultivos. Del mismo modo, los ecosistemas han recibido beneficios, pues han sido reforestados mediante el uso del recurso almacenado por medio de esta técnica, esto a su vez produce mayor vegetación en zonas desérticas como lo son las lomas, lo que les permite ser atractivos turísticos para los ciudadanos y sitios de investigación para estudiantes e investigadores. Por su lado, las ventajas identificadas fueron que, el atrapanieblas, es una tecnología fácil de construir e instalar, con materiales económicos que se encuentran al alcance de todos, además que no genera algún impacto negativo en el ecosistema y no requiere ningún tipo de energía para su funcionamiento.

Los conceptos utilizados en el marco teórico han servido para poder alcanzar los resultados mostrados, para conocer cómo se forman los ecosistemas de Lomas, sus principales características y cómo sirvieron desde la antigüedad para los primeros habitantes; de igual manera, se logró conocer el funcionamiento de las distintas tecnologías prehispánicas para el aprovechamiento del agua. Así mismo, los beneficios y ventajas del atrapanieblas que se han identificado permiten profundizar lo que ya se conocía y esto se ha conseguido gracias a la información obtenida en las entrevistas realizadas a los informantes claves.

Dentro de todos los antecedentes considerados, el más parecido a este trabajo de investigación es el de Toledo, titulado “Gestión de nieblas como recurso hídrico para proteger el ecosistema de lomas en zonas áridas del distrito de Villa María del Triunfo en el año 2015”, ya que se realizó un análisis documental y entrevistas para lograr los resultados de la determinación de parámetros de diseño y materiales del atrapanieblas, ventajas de la tecnología, características especiales requeridas para su implementación e identificación de las características generales de la población. La diferencia oscila en que

el estudio de Toledo se centró en las características de la población entrevistada, mientras que la presente investigación tuvo un enfoque en la geografía, la ecología de la zona de estudio y el contexto histórico. Asimismo, es importante resaltar que los proyectos de captación de agua de niebla se vienen realizando alrededor del mundo, y se han implementado también en algunas regiones del Perú. El primer país de Latinoamérica en implementar esta tecnología fue Chile. En el Perú, los proyectos más exitosos de la aplicación de los atrapanieblas son los de las Lomas de Lachay y las Lomas de Villa María del Triunfo en Lima, las cuales benefician a más de 500 familias. Estos estudios han concluido, en general, que las lomas costeras del Perú están especialmente dotadas para el uso de la niebla con el objetivo de riego primario y permiten satisfacer necesidades sociales actuales.

Por otro lado, la tecnología que más se ha usado y de más rentable fabricación para la captación de agua de niebla es la de atrapanieblas horizontal. Asimismo, está comprobado que esta técnica funcionaría en la Loma de Tacahuay, ya que presenta todas las condiciones climáticas para aprovechar, además de que ya se realizó un proyecto similar antes que no se logró mantener. Se tendría que evaluar el punto donde se instalaría teniendo en cuenta la pendiente, y que la velocidad del viento no vaya a dañar los materiales.

En resumidas cuentas, todos estos resultados abordan la importancia de la aplicación del atrapanieblas para poder cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible: proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas para combatir y detener la degradación de la tierra y restar la pérdida de la diversidad biológica, mediante el uso de un recurso que está presente en la naturaleza y que no está siendo lo suficientemente aprovechado ni valorado por nuestras autoridades.

A pesar de toda la información obtenida en el presente trabajo de investigación, hay algunas interrogantes que no se han podido abordar, ya que no forman parte de los objetivos; sin embargo, en el transcurso de la investigación surgieron algunos dilemas, por ejemplo, el tipo de diseño del atrapanieblas que sería el adecuado para la Loma de Tacahuay, el punto exacto donde se colocaría según una evaluación técnica de la pendiente y de la humedad, y el análisis de la calidad del agua de niebla de esta zona para identificar si es de consumo humano o solamente para riego. Esperemos que la presente investigación sirva de base para futuras investigaciones que aborden estos temas que no se han abordado.

CONCLUSIONES

1. Se logró conocer la dinámica geográfica de la Loma de Tacahuay identificando que está conformada por una cadena de montañas, con una altura máxima de 907 msnm, un clima árido con temperatura cálida promedio de 21.5 °C y una humedad relativa de 83.2%; se conoció, además, la dinámica ecológica, identificando 58 especies vegetales (el mayor porcentaje es de las herbáceas), 31 especies de aves, anfibios como los sapos, reptiles como las lagartijas, una gran variedad de artrópodos y mamíferos como el zorro, liebre europea, murciélagos y el guanaco.
2. Los atrapanieblas son una técnica muy antigua que ha sido redescubierta y se ha vuelto a aplicar en varios países alrededor del mundo desde el siglo XVI. En el Perú, se empezó a utilizar hace 50 años, principalmente, en ecosistemas de Lomas que fueron un espacio clave para su subsistencia, como Tacahuay, donde hubo habitantes desde hace 10 a 12 mil años de antigüedad, los cuales se alimentaban principalmente de los recursos marinos, de las hierbas que crecían en las lomas, y de los mamíferos de la zona.
3. Se identificaron los beneficios, como el uso del agua captada, para la satisfacción de las necesidades actuales de las poblaciones con dificultades para obtenerla. Otros beneficios están relacionados con la reforestación de los ecosistemas de lomas, uso en agricultura y actividades agropecuarios, impulso del ecoturismo y creación de sitios para investigaciones. También, se identificaron las ventajas: presentan características amigables con el medio ambiente, no requiere ningún tipo de energía para su funcionamiento y los materiales para su construcción e instalación son de bajo costo y fáciles de obtener.
4. La tecnología de atrapanieblas sí podría aplicarse en la Loma de Tacahuay, gracias a las condiciones de su geografía y de su clima; y debido a que se realizó el proyecto de reforestación de árboles de tara regadas con el agua captada de un sistema de atrapanieblas, el cual tuvo resultados muy positivos para el ecosistema. Esto se lograría mediante el aprovechamiento del recurso hídrico presente en la neblina, en los meses de invierno. Esto sería beneficioso, finalmente, para su uso en los sistemas de riego en la reforestación de la zona, para así generar un desarrollo sostenible que beneficie principalmente al ecosistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SERFOR. Resolución Dirección Ejecutiva N° 153-2018-MINAGRI-SERFOR-DE. *Diario Oficial El Peruano*, Lima, 18 julio 2018.
2. MARTOS, D. *Estudio sobre la captación pasiva de agua de niebla y su aplicabilidad. PFM de Ingeniería del Agua*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2009.
3. ALEJANDRO, S. y GONZÁLEZ, E. Prototipo de dos Sistemas de Atrapanieblas como un Recurso Hídrico y Alternativa de Abastecimiento a un Invernadero para Fortalecer la Educación Ambiental en la Comunidad Educativa del Colegio Ofelia Uribe de Acosta en Yomasa- Usme. Tesis (Trabajo de grado). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2021. 133 pp. [fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/26540>
4. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. Metodología de la Investigación. Sexta edición. México : McGraw-Hill, 1375 pp. ISBN 9781456223960.
5. PASCUAL, J. *et al. Tecnología para la recolección de agua de niebla* [en línea]. Madrid, 2011. [Fecha de consulta: 13 abril de 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/257199788>
6. MARQUEZ, J. Atrapanieblas: Una tecnología para la reforestación de las lomas costeras del Perú. *Revista ULIMA - Ingeniería Industrial* [en línea]. 1993, 7, 88–98. [fecha de consulta: 29 marzo de 2021]. Disponible en: https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/3073
7. SÁNCHEZ, J. *Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018*. Tesis((Magíster en Gestión Pública). Lima: Universidad César Vallejo, 2018, 95 pp. [fecha de consulta: 29 marzo 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/15678/Sánchez_CJ_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. TOLEDO, E. Gestión de nieblas como recurso hidrico para proteger el ecosistema de lomas en zonas áridas del distrito de Villa Maria del Triunfo en el año 2015. Tesis (Magíster en Medio Ambiente). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio

- Valdizán, 2017. [fecha de consulta: 30 marzo 2021]. Disponible en: http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/2779/PGA_00050T68.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. CASANI, M. Efecto del uso del atrapa nieblas en la gestión sostenible en la Asociación Parceleros en Acción, Pampa Colorada - Moquegua, 2017. Tesis (Magíster en Gestión Pública). Universidad César Vallejo, 2018. 148 pp. [fecha de consulta: 30 de marzo de 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26956/casani_vm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 10. CIEZA, L. Volumen de agua aprovechable utilizando malla atrapanieblas en el centro poblado La Palma, Chota. Tesis (Título de Ingeniero Hidráulico).Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. 82 pp. [fecha de consulta: 17 abril de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3446>
 11. MORY, A. Evaluación de la fórmula de flujo másico con fines de aprovechamiento del agua que se produce a partir del sistema de captación de niebla en la zona de San Pedro de Carpish-Chinchao-Huánuco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, 2018. [fecha de consulta: 17 de abril de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/3981/TIC00143M86.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 12. CUÉLLAR, J. Impacto económico de la implementación de mecanismos capturadores de agua atmosférica para uso agrícola. Villa María del Triunfo, Lima-Perú. Tesis (Título de Economista). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018. [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3356/cuellar-mayta-jose-gabriel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 13. MADARIAGA, I. Evaluación del potencial de neblina mediante el sistema de atrapanieblas en las Lomas de Ancón durante el evento del Niño, en el distrito De Ancón, provincia de Lima Periodo 2015-2016. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Moquegua: Universidad Nacional de Moquegua, 2017. [fecha de

- consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: https://repositorio.unam.edu.pe/bitstream/handle/UNAM/55/T095_46281694_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
14. VIGO, M. Eficiencia y costo de tres tipos de malla en la captación de agua de neblina en el abra de Coimolache, Hualgayoc. Tesis (Título de Ingeniera Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018. 58 pp. [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/14790>
 15. GARCÍA, F. Calidad del agua de niebla en las Lomas de Villa María. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Nacional La Agraria La Molina, 2017.
 16. DI BITONTO, M. Oasis Productivo (Infraestructura de acceso al parque Pan de Azúcar para la preservación del sector a través de agua de niebla). Tesis (Proyecto de Titulación, Magíster de Arquitectura del Paisaje). Lima: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2019. 125 pp. [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/3d6473ede224819fc6dd127f8faaa7ac/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
 17. GÓMEZ, A. y J. QUINTEROS. Diseño e implementación de torres atrapanieblas (3d) y ecosistema informático de monitoreo con internet de las cosas y aprendizaje automático. Tesis (Trabajo de titulación, modalidad propuesta tecnológica previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2012. 136 pp. [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21785>
 18. RIVERA, O. Implementación de sistemas básicos de captación de agua de niebla, caso de estudio Las Verapaces. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. [fecha de consulta: 22 abril de 2021]. Disponible en: [http://www.repositorio.usac.edu.gt/7516/1/Oscar Alejandro Rivera Ayala.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/7516/1/Oscar%20Alejandro%20Rivera%20Ayala.pdf)
 19. GODÍNEZ, T. Recolección de agua por rocío y niebla. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Autónoma de México, 2013. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unam.mx/contenidos/recoleccion-de-agua-por-rocio-y-niebla->

422727?c=pQ8wXB&d=false&q=agua_.de_.niebla&i=1&v=0&t=search_0&as=0

20. OSSES, P. *et al.* Los atrapanieblas del santuario del Padre Hurtado y sus proyecciones en el combate a la desertificación. *Revista Norte Grande*. 2000, 27, 61–67.
21. VERA, Rubén. Tecnologías de oferta para implementar la disponibilidad de agua en la región de Murcia: Estudio de viabilidad de captadores de nieblas. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2018.
22. VISTIN, D. Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de agua por medio de dos tipos de neblinómetros en las tres cuencas de la parroquia Achupallas, Cantón Alausi, provincia de Chimborazo. Tesis (Título de Ingeniero Forestal). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2014. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2021]. Disponible en: [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3595/1/33T0130 .pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3595/1/33T0130.pdf)
23. QUENTA, O. Sistema Habitacional Katzaña Uma (Recolector de Niebla-Agua). Tesis (Título de Arquitecto). La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2017.
24. BRACK, A. y C. MENDIOLA. Ecología del Perú. Lima: Asociación Editorial Bruño, 2000. ISBN 978-9972-1-0210-3.
25. MOSTACERO, José, MEJÍA, Freddy, ZELADA, William Elmer y MEDINA, César Augusto. *Biogeografía del Perú*. Lima : Asamblea Nacional de Rectores, 2007. ISBN 9786034011014.
26. PINCHE, C. Captación de agua de niebla en lomas de la costa peruana. *Ingeniería Hidráulica en Mexico*. 1996, 11 (2), 49–54.
27. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. Retos y oportunidades en la conservación de las Lomas de Lima Metropolitana. *UNDP* [en línea]. 2021. [Fecha de consulta 21 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.undp.org/>

28. ROSTWOROWSKI, M. Recursos naturales renovables y pesca. Siglos XVI y XVII. *Histórica*. 1982, 6 (1), 122–125. [fecha de consulta: 3 mayo de 2021]. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/historica/article/view/7997/8288>
29. SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Montreal : Technical Series, 2009. ISBN 9292251341. 30
30. OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*. 2009, 325 (24), 419–422. [fecha de consulta: 3 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://science.sciencemag.org/content/325/5939/419>
31. HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. *American Association for the Advancement of Science*. 1968, 162 (3859), 1243–1248. [fecha de consulta: 3 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/1724745>
32. ANCAJIMA, R. Waru Waru – Puno. *Hidráulica Inca* [en línea]. 2020. [Fecha de consulta 2 mayo 2021]. Disponible en: <https://hidraulicainca.com/puno/waru-waru-puno/>
33. ANCAJIMA, R. Acueductos prehispánicos...que todavía funcionan. *Hidráulica Inca* . 2021. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://hidraulicainca.com/ica/acueductos-de-nazca/acueductos-prehispanicos-que-todavia-funcionan/>
34. FERNÁNDEZ, D., MARTÍNEZ, M. y RAMÍREZ, H. *Diseño y construcción de jagüeyes* [en línea]. 2017 [fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]. Disponible en: https://0201.nccdn.net/1_2/000/000/170/8fa/Dise--o-y-Construcci--n-de-Jagüeyes.pdf
35. PONCE-VEGA, L. Puquios, qanats y manantiales: gestión del agua en el Perú antiguo. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. 2015, 12 (3), 279. [fecha de consulta: 2 de mayo de 2021]. Disponible en: DOI 10.22231/asyd.v12i3.240.
36. KENDALL, A. y A. RODRÍGUEZ. *Desarrollo y perspectivas de los sistemas de*

- andenería de los Andes centrales del Perú* [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2021]. ISBN 9782821844360. Disponible en: <https://books.openedition.org/ifea/6118?lang=es>
37. DE FRANCE, S. y A. UMIRE. Quebrada Tacahuay: Un sitio marítimo del Quebrada Tacahuay. *Revista de Antropología Chilena*. 2004, 36 (2), 257–278.
 38. HISTORIAINCAICA. Técnicas Agrícolas. *Historia290* [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 3 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://historia290.wordpress.com/2017/07/30/tecnicas-agricolas/>
 39. CERECEDA, P. *et al.* *Agua de Niebla: Nuevas tecnologías para el Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas y Semiáridas*. Santiago de Chile: Corporación de Fomento de la Producción, 2014.
 40. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. *Retos y oportunidades en la conservación de las Lomas de Lima Metropolitana*. [en línea]. 2018. [fecha de consulta: 3 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.undp.org>
 41. CERECEDA P., SCHEMENAUER R. y VELÁSQUES, F. Variación temporal de la niebla en El Tofo-Chungungo, Región de Coquimbo, Chile. *Revista Geográfica Norte Grande*. 1997, 24, 191–196.
 42. ARANGUIZ, G. *et al.* *Diseño generativo aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de Chile*. Tesis (Trabajo de pregrado). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2009, 125 pp.
 43. SIMON, D. *Estudio sobre la captación pasiva de agua de niebla y su aplicabilidad*. Tesis (Magíster en Ingeniería de Agua). Sevilla: Universidad de Sevilla, 2009.
 44. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Glosario de Términos de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG* [en línea]. Lima: ANA, 2020. [fecha de consulta: 1 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/RJ_151-2020-ANA.pdf

45. ROBLES, B. La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropofísico. *Cuicuilco*. 2011, 18 (52), 39–49.
46. MARTÍNEZ, M. *La investigación cualitativa en Educación*. México: Trillas, 2007. ISBN 9682456754.
47. INRENA. *Diagnóstico de la biodiversidad de las lomas de tacahuay* [en línea]. 2007. [fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/142556097/DXbiodiversidad-Tacahuay-INRENA-2-1-pdf46ok>
48. MINISTERIO DE AGRICULTURA E INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. *Mapa Fisiográfico del Perú*. [en línea]. 2002. [fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1UDXOuXnE3x_7EcwiGde3MjuyRc7p4-L_/view
49. OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES. *Mapa del perfil ambiental del Perú*. [en línea]. 1986. [fecha de consulta: 21 diciembre 2021]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-perfil-ambiental-peru>
50. INRENA. *Mapa Ecológico del Perú Guía Explicativa* [en línea]. 1995. Lima: Ministerio de Agricultura. [fecha de consulta: 21 diciembre 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/1052>
51. SENAMHI. *Mapa de Clasificación Climática. Idesep* [en línea]. 2021 [fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://idesep.senamhi.gob.pe/geovisoridesep/go?accion=05.01.001.03.001.512.2021.00.00>
52. SENAMHI. Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. *Portal de Transparencia* [en línea]. 2021 [fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
53. MINAM. Mapa de Cobertura Vegetal. *GEO GPS PERU* [en línea]. 2015 [fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.geogpsperu.com/2016/06/mapa-de-cobertura-vegetal->

actualizado.html

54. INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. Mapa de Suelos del Perú. *GEO GPS PERÚ* [en línea]. 2009. [fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.geogpsperu.com/2015/10/mapa-de-suelos-onern.html>
55. EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA. Mapa de suelos. *Organismo Autónomo Parques Nacionales* [en línea]. 1997. [Fecha de consulta: 31 de mayo de 2021]. Disponible en: http://edafologia.ugr.es/evaluacion/reservas/1039_Colmenar.htm
56. VELÁSQUEZ, M. Variación de la composición florística de las Lomas de Tacahuay desde el Pleistoceno hasta la actualidad (Tacna-Perú). Tesis (Magíster Scientiae en Ecología Aplicada). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2013.
57. MAMANI-QUISPE, D. Diversidad y distribución de la fauna epígea en las Lomas de Tacahuay de la Región Tacna. Tesis (Título de Biólogo Microbiólogo). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, 2014. [fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/2995/392_2014_mamani_quispe_dj_faci_biologia_microbiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2995
58. SERFOR. *Ficha Técnica de Campo Ecosistema Frágil Loma Morro Sama*. Lima, 2014.
59. CONCYTEC. Alicia – Acceso Libre a Información Científica para la Innovación. [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://alicia.concytec.gob.pe/>
60. RENATI. Registro Nacional de Trabajos de Investigación. *SUNEDU* [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/>
61. LUMBRERAS, L. *Los orígenes de la civilización en el Perú: donde se cuenta la historia de los pueblos desde sus orígenes hasta el momento en que fueron*

- conquistados por los españoles* [en línea]. Lima: Editorial Milla Batres, 1974. [Fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books/about/Los_órigenes_de_la_civilización_en_el.html?id=MWRKAAAAYAAJ&redir_esc=y
62. FESSEHAYE, M. *et al.* Fog-water collection for community use. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014, 29, 52–62. [fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: DOI 10.1016/j.rser.2013.08.063.
63. VAN DALEN, P. y P. PATROCINIO. Dos sitios con quilcas o pinturas rupestres en la cuenca alta del río Mala, distrito de Huarochirí. *APAR*. 2011, 1 (1), 233–239. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2021]. Disponible en: <http://www.rupestreweb.info/lachay.html>
64. VILLARROEL, G. Atrapanieblas: de Chile para el mundo. *BBC News Mundo* [en línea]. 2009. [fecha de consulta: 21 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/participe/2009/04/090422_1224_participe_atrapanieblas_am
65. MOSTACERO, J., MEJÍA, F. y PELÁEZ, F. *Fitogeografía del Norte del Perú*. Lima : Serie Ciencias CONCYTEC, 1996.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de categorización aprorística de la investigación.

| Objetivo General | Objetivos Específicos | Categoría | Subcategoría | Técnica / Instrumento |
|---|---|---|---|----------------------------------|
| | Conocer la dinámica geográfica y ecológica de la Loma de Tacahuay Tacna. | Dinámica geográfica y ecológica de la Loma de Tacahuay | Geografía de la Loma de Tacahuay Ecología de la Loma de Tacahuay | Análisis documental |
| Analizar la tecnología de atrapanieblas como técnica de recuperación y aprovechamiento de recursos hídricos en el ecosistema de la Loma de Tacahuay de Tacna, 2021. | Describir el contexto histórico de los atrapanieblas de la Loma de Tacahuay como técnica prehispánica. | Contexto histórico de los atrapanieblas de la Loma de Tacahuay | Estudios e investigaciones previas | Entrevista / Guión de entrevista |
| | | | Ocupaciones de los primeros pobladores en las lomas | |
| Primeros inicios | | | | |
| Lugares donde se aplicaron | | | | |
| Problemas para su implementación | | | | |
| Aplicación en otros ecosistemas | | | | |
| | | | Proceso de ocupación en la Loma de Tacahuay | |
| | | | Proyecto ADMICCO | |
| | | | Beneficios | |
| | Identificar los beneficios y las ventajas de los atrapanieblas en la Loma de Tacahuay como tecnologías sostenibles. | Beneficios y ventajas de los atrapanieblas en la Loma de Tacahuay | Ventajas | Entrevista / Guión de entrevista |

Anexo 2. Transcripción de entrevistas.

N° de registro: 01

Nombre del entrevistador: Vanessa López Núñez

Nombre del entrevistado: Abel Cruz

Ocupación: Ingeniero Industrial **Fecha de la entrevista:** 04 de mayo, 2021

Lugar de origen: Cuzco **Fecha de llenado de ficha:** 14 de mayo, 2021

Contextualización: *Entrevista telefónica*

Buenos días Ingeniero Abel, como habíamos quedado, lo llamo para poder realizarle la entrevista como aporte a mi proyecto de tesis de Tecnologías de captación de agua de niebla para el desarrollo sostenible en la Loma de Tacahuay, Tacna.

1. **¿En qué regiones y distritos aplicó la tecnología de atrapanieblas?**

Bueno, para ser sincero he aplicado en casi todas las regiones, como en 50 distritos a nivel nacional desde Piura hasta Tacna, y por el oriente de Iquitos hasta Pucallpa y en todas esas zonas, aquí en Lima como en 14 distritos, y también fuera del Perú como en Colombia, Ecuador y Bolivia, ahora hemos ganado un concurso a través de unos chicos a los que yo he ayudado en la Universidad Nacional Canadiense, han ganado el primer lugar los atrapanieblas y los estamos instalando en por el lugar Cerro Azul y Huanco.

2. **¿Qué lo llevó a realizar este proyecto?**

Desde muy niño yo me he dedicado a tratar de resolver la falta de agua, es una tarea que he empezado cuando yo tenía 7 años, esta es una historia muy interesante la cual será llevada a la pantalla gigante, entonces desde esa edad me lo creí, para ayudar y apoyar a las familias que no tienen este líquido vital que es el agua, porque así me inculcaron mis padres a querer ayudar, desde entonces des esa época yo vengo ayudando a los que no tienen.

3. **¿Sabe en qué año se utilizó por primera vez un atrapanieblas en el Perú y en el mundo?**

Bueno **yo tengo por enterado, que hace 200 o 250 años atrás en las Islas Canarias los primeros científicos instalaron los atrapanieblas** porque en esa isla no hay agua, pero hay bastante bruma, o sea bastante neblina, entonces ellos crearon estos atrapanieblas en formas distintas; bueno **en el Perú, yo me atribuí a ser el co-autor,**

como le decía yo empecé desde los 7 años a captar el agua de la lluvia, entonces creí que yo era el inventor, ya que por esas épocas no había teléfono, ni celular, no había ni internet, solo podíamos escuchar las emisoras o las radios internacionales, y ahí que nos iban a decir o explicar sobre estos atrapanieblas, entonces **yo pienso que en el Perú hace 45 o 50 años se viene implementando estas**, yo las hice desde esa época.

4. ¿Cómo cree que surgió la idea de diseñar el atrapanieblas?

Bueno en el caso mío, fue cuando una noche llegué a partir de las 10:30 de la noche de un trabajo del centro de Lima que yo tenía, me fui a la casa y encontré la neblina bastante densa y goteando de las calaminas, pero yo había cercado la casa con estas mallas Raschell, y cuando di unos pasos hacia el costado escuché un “concierto de gotas” que caían de las mallas, entonces yo creí que había inventado los atrapanieblas, desde esa época empezamos a diseñar con distintas universidades.

5. ¿Qué otra técnica captadora de agua conoce?

Yo conozco el capta lluvias, el otro es la muna, son dos o tres tecnologías que prácticamente nosotros estamos implementando, por ejemplo, yo en las próximas semanas voy a viajar a Iquitos y ahí voy a instalar en 58 comunidades nativas los atrapanieblas, entonces a la cual tengo que acudir en las próximas semanas. Hay muchas tecnologías que hoy en día están captando agua del aire, de la lluvia, de la atmosfera, hay maquinarias que captan agua del aire y atmósfera, pero eso tiene que funcionar con bastante electricidad o paneles solares.

6. ¿Se podrían aplicar estas tecnologías en otros ecosistemas que no sean lomas costeras?

Claro que sí, solamente que tiene que haber neblina o lluvia, y funciona, pero para ello hay que hacer un estudio, un análisis, un monitoreo, no se ve a simple vista una tecnología que funciona sin electricidad, todo eso es algo folclórico, pero no es así, hay que hacer un estudio, un monitoreo, mínimo unos 15 días o 10 días hasta que veas en qué posición puedes captar mejor el agua.

7. ¿Qué otras lomas conocen usted donde se haya realizado este tipo de proyecto?

Bueno, en todo el mundo, en Europa, estados unidos, a los países donde yo viajo a dar conferencias inmediatamente se hace una demostración y se empieza a hacer el estudio con monitoreo y se empieza a instalar, entonces todo el mundo tiene las brumas y tiene neblina, y tienen lluvia, si no, no habría ecosistemas que pueden

funcionar, en ese sentido, hay muchísimos pisos ecológicos donde puede funcionar, y solamente necesitamos que haya neblina y lluvias.

8. **¿Qué beneficios obtuvo la zona o distrito donde aplicó la tecnología de atrapanieblas?**

Los beneficios son que hay ecoturismo, hay agricultura urbana, tienes agua, agua es vida, esos son los beneficios que uno puede tener, con agua puedes hacer mil maravillas, entonces se vienen transformando desiertos con atrapanieblas, por ejemplo, ahí en el mismo Moquegua, he instalado en la Pampa El Colorado 300 atrapanieblas, 50 en un solo lugar y empezaron a crecer las plantas, y así se cree un piso ecológico distinto al que existe, los beneficios son múltiples.

9. **¿Quién o quiénes fueron los más beneficiados con estas tecnologías?**

Las personas o las familias que viven en lugares donde no hay agua, ellos son quienes están beneficiándose, y aquí en Lima, por ejemplo, en las partes altas donde viven muchas familias provincianas, ellos al momento de captar el agua empiezan a crear pulmones ecológicos, ecoturísticos, jardines botánicos, biohuertos, hidroponía, airoponía, o sea ahí los beneficiados son las familias de escasos recursos económicos que capan el agua de la neblina. Hay muchas más beneficiados en las familias pobres.

10. **¿Qué ventajas cree usted que tiene esta tecnología?**

Las ventajas son múltiples, primero que no usamos fluido eléctrico, segundo creamos espacios ecológicos ambientalmente amigables con las familias, tienen su jardín, sus parques, sus plantas, entonces con ello va mejorando la calidad de vida de estas familias que se la ven un poco malas, ellos son aquí hermanos provincianos que son mil oficios, hoy trabajas, mañana comes, hoy no trabajas mañana no tienes nada que comer, esas son las familias que están siendo beneficiadas en las partes altas de Lima.

11. **¿Cómo beneficia el uso del atrapanieblas al medio ambiente?**

Captando el agua estamos creando pulmones ecológicos, ecoturísticos, creando pisos ecológicos distintos a los de la Lima gris, se está plantando muchos árboles, muchas plantas, y estos crean un piso ecológico, tu como ingeniera ambiental sabes de esto, entonces la idea es que en la Pampa La Colorado en Clesesí está creándose un piso ecológico ambientalmente amigable, o sea verde y esto llama a que haya

nube, haya neblina, entonces se cambia estratégicamente la vida de estas personas y de estos lugares.

12. ¿Se tuvo algún tipo de problema cuando se implementó esta tecnología?

De ninguna manera, no hubo ningún tipo de problemas en los lugares donde se implementó, siempre y cuando se hacen las cosas correctamente, coordinando con los dueños de los terrenos, coordinando con las asociaciones, y nunca hemos tenido ningún tipo de problema.

13. ¿Cree usted que la aplicación del atrapanieblas contribuye al desarrollo sostenible?

Por supuesto, como no podría contribuir con este semejante desarrollo económico, social y cultural que se viene implementando, no por las puras he sido nombrado uno de los 3 personajes más importantes del mundo para la Expo Dubái, yo soy un agente de cambio, estamos ganando varios premios, realmente nosotros venimos contribuyendo al desarrollo sostenible grandemente, es otra cosa que nuestras autoridades no están tomando en serio esta tecnología, no necesitamos fluido eléctrico.

14. ¿Cree que sería posible aplicar esta tecnología en la Loma de Tacahuay, Tacna?

Por supuesto que sí, yo hice dos proyectos en Tacna, uno en la frontera de Chacdugal entre Perú y Chile, el otro en la parte alta donde está Pedregales, en la parte alta de Tacna hay cantidad de neblina, yo quise hacer varios proyectos en Tacna, pero las familias y estas asociaciones quieren que todo sea regalado, que yo mismo vaya a instalar sus atrapanieblas, un poco más que yo vaya a trabajar sus chacras, o sea que vaya con un grupo de chicos a trabajárselo, está bien que yo tenga una ONG que puede ayudar y apoyar a las familias humildes, pero eso no significa que yo voy a ir a instalárselos o trabajar por ellos, si quieren tener agua, ellos tienen que trabajar, recuerdo que en la Loma de Tacahuay, Tacna, pueden tranquilamente instalar los atrapanieblas, es más hay que hacer un estudio.

15. ¿Considera usted que es importante concientizar y sensibilizar a las poblaciones sobre las tecnologías captadoras de agua?

Exactamente, no solamente a las poblaciones, si no a nuestras autoridades, que están acostumbrados a instalar puentes, pistas, veredas, carreteras, hay que cambiarles el chip de pensamiento de estas autoridades, que el agua es vida, hay que cambiar el

pensamiento de estas personas, si no hacemos esto, realmente no vamos a tener la posibilidad de tener tantas pampas, tantos lugares hermosísimos, entonces la idea es cambiar el pensamiento de estas autoridades y de las poblaciones también.

16. ¿Conoce otra persona que haya realizado un proyecto similar?

Por supuesto, hace 200 años se han creado estos atrapanieblas por Islas Canarias, y en el vecino país hay un profesor Espinoza Arancibia, que él hace 50 años también conoció esta tecnología y supuestamente él es el creador de los atrapanieblas a nivel mundial, lo cual es falso, hace 200 años se ha creado en las Islas Canarias, ni si quiero yo me puedo atribuir como el creador, si no co-creador, esta tecnología ha existido por Europa, en Chile también hubo.

N° de registro: 02

Nombre del entrevistador: Vanessa López Núñez

Nombre del entrevistado: José Mamani

Ocupación: Geógrafo

Fecha de la entrevista: 10 de mayo, 2021

Lugar de origen: Lima

Fecha de llenado de ficha: 15 de mayo, 2021

Contextualización: *Entrevista por medio de Google Meet*

Buenas noches, primero que nada, agradecerle por su tiempo para poder realizarle a entrevista.

1. ¿En qué lomas del Perú y en qué año ha realizado estudios e investigaciones?

Por el trabajo y por donde vivo los sitios donde he hecho investigaciones, yo particularmente y con un colega ha sido en las Lomas de Lima Metropolitana. La verdad fuera de Lima no hemos hecho estudios, como la ciudad ha crecido tanto, cada sector de la ciudad ha descubierto una loma, y hay todo un tema entorno a ese sitio, por eso es muy rico el tema de lomas en Lima a diferencia de otras partes.

2. ¿Por qué decidió realizar ese tipo de estudio?

Bueno, primero preciar que los estudios que yo he hecho con mis colegas no han sido estudios en el sentido clásico, si usted busca investigaciones de las Lomas va a encontrar más estudios de biólogos, inventarios de flora, fauna, como geógrafos, en Lima, con mis colegas planteamos un proyecto porque ya para eso no conocíamos iniciativas ciudadanas en las lomas para protegerlas, ese era un tema que no había sido tratado antes, por lo menos en lo que yo conocía no, esa idea de que a la gente le gustaba la naturaleza de las lomas y estaba pensando como conservarlas frente a la expansión urbana, entonces ese tipo de interés fue el que nos atrajo y por ahí surgió nuestra decisión de estudiar los lomas, y también porque nuestra geografía.

3. ¿Sabe desde qué año se empezaron a hacer estudios de las lomas costeras?

Bueno, eso es muy amplio, **porque ya Humboldt reportaba que habían lomas cuando llegó por aquí por los años 1800, antes de la independencia**, como le digo el aporte principal ha sido de los biólogos, en el siglo XX también Wevermawer en su libro habla mucho sobre las lomas, da muchos detalles, entonces son estudios desde hace mucho, y los arqueólogos también han estado haciendo estudios por su cuenta para ver qué relación había en las partes de estas tierras de la costa peruana con las lomas, y era una relación importante, porque en un desierto no habían muchas fuentes de

alimento, los pobladores antiguos buscaban sus recursos en el mar pero también en las lomas, pero lo que sí es verdad es que por muy antiguos que sean los estudios de biólogos y arqueólogos, los estudios más recientes que se han diversificado como los que usted planea de hacer atrapanieblas.

4. **¿Cuáles fueron las ocupaciones realizadas por los pobladores del pasado en las zonas de lomas costeras?**

Sobre esto ha estudiado mucho Engels, aquí en Chilca hay una loma llamada Cerro Paloma que él con su equipo, realizó ese estudio, como le digo en el desierto no hay recursos para alimentarse, y fuera del mar había que buscar recursos y las **lomas fueron espacios claves para hacerse de recursos**, así que si había definitivamente una dependencia importante de las lomas, y no solamente en términos de recurso para la casa, incluso agricultura, sino también para agua, porque habían arroyos y hay reporte de eso, en Atiquipa por ejemplo.

5. **¿Conoce las tecnologías de atrapanieblas?**

No mucho la verdad, creo que si es algo muy específico de quienes manejan todas las técnicas en la elaboración y eficiencia, he visitado experiencias de atrapanieblas y la que más recuerdo es la de las Lomas de Asia que me pareció de las más exitosas, porque también he visitado atrapanieblas en zonas donde estaban abandonadas porque evidentemente no funcionaron. Ahora creo que hay dos componentes importantes en este temas de atrapanieblas, hay el componente digamos más ingenieril, aquí es rentable y factible por el tema de atrapanieblas porque cuando la inversión se compensa por el valor que tiene, lo que queremos hacer con el agua, un poco económico, el diseño, que material usar, que forma de tener el atrapanieblas, porque hay diferentes formas, eso por un lado, y a la otra parte que es la parte más social de para que se va a usar, cual es el fin social, creo que se ha supuesto que con que salga agua está bien, **yo creo que muchos de los fracasos que ha habido acá en Lima ha sido porque no se ha planeado este uso y su importancia**, entonces como no se ha planeado esto cuando se acababa el financiamiento de una ONG a un proyecto, a nadie le importaba continuar eso y hay testimonios de atrapanieblas abandonados en varias lomas de Lima y ya están degradándose, **lo de Asia funcionó porque la comunidad lo relaciono a un proyecto comunitario muy importante**, pero cambió la directiva comunal y no sé cómo estará la situación ahora, pero para que sea realmente sostenible tiene que haber un proyecto más amplio.

6. **¿Se realizó algún proyecto de atrapanieblas en alguna de las lomas donde realizó su estudio?**

Sí, bueno en Asia yo fui invitado un par de veces, porque había una receptividad para escuchar voces de especialistas, y ahí tuve esa experiencia, después visité las lomas de Villa María que tiene varios sectores, pero ahí los atrapanieblas estaban abandonados, también en otras lomas he visto atrapanieblas muy artesanales, pero como le digo, con ese problema que la comunidad quiere crear atrapanieblas pero no sabe para que muy bien, y al final la gente no va a apoyar, no va a poner su mano de obra si no se le retribuye de alguna forma. Y lo mismo estaba pasando en las lomas de Miradores en San Juan de Lurigancho, donde un programa que ya tiene como 4 años, también implementó atrapanieblas en Rímac, pero no sé cómo les irá porque me parece que son experimentales, termina el proyecto y se desarma el atrapaniebla, y no sé qué tanto sentido tenga eso.

7. **¿Conoce la Loma de Tacahuay de la región de Tacna?**

La verdad no, pero sé de ellas, justo hace poco he estado participando sobre lomas de todo el Perú y Chile y estuve visitando todos los sitios, también sé que por el SERNANP había una propuesta de crear un Área de Conservación Regional, pero la verdad no conozco mucho el terreno del sur, más que todo por la bibliografía, y asumo que las lomas de Tacahuay y otras que hay en esos sectores deben ser importantes, hay también estudios arqueológicos de ellas, si me parecen interesantes.

8. **¿Cree usted que los atrapanieblas beneficiaría a la Loma de Tacahuay?**

Bueno, como no conozco muy bien las lomas, sería muy imprudente de mi parte decir si lo haría o no, así que lo que si pienso es que **el atrapanieblas es una solución para todo**, por un lado si las condiciones de humedad y del relieve son adecuadas para producir una cantidad de agua que se pueda considerar útil y si hay una población cerca que le pueda dar un uso estratégico, porque está comprobado que el rendimiento de agua de niebla nunca va a ser lo equiparable para satisfacer el uso doméstico, eso va a ser imposible, tiene que ser un uso ya sea para riego, para forestación o para hacer cerveza como en Chile, tiene que aprovecharse al máximo el valor agregado, pensar que con el agua de niebla voy a bañarme o a lavar mi ropa o voy a bañarme es imposible, ya que la cantidad de agua que se genera no es

suficiente, y habría que ver las condiciones de Tacahuay para ver si se puede hacer algo así como lo de las cervezas en Chile o parecido.

9. **¿Cree que esta tecnología contribuiría al desarrollo sostenible?**

Si, por su supuesto, algo que se está rescatando muy poco aquí en Lima y es algo que puedo equiparar en toda la costa incluyendo a Tacna, es que el desierto es desierto y si queremos hacer cualquier tipo de desarrollo, digamos una ciudad sobre el desierto de un ecosistema que está en el desierto tiene que ser siempre destacando eso, porque hay un ecologismo con este desarrollo sostenible de que hay que hacer verde todo y el desierto no es verde, aquí no hay mucha agua, entonces querer hacerlo verde a veces es contra la naturaleza, así que **los atrapanieblas son una forma de enverdecer los desiertos dentro de los parámetros de la naturaleza**, por ese lado creo que si definitivamente lo es.

10. **¿Considera usted que es importante concientizar y sensibilizar a las poblaciones sobre la importancia de los ecosistemas de lomas?**

Si claro, yo creo que era más importante concientizar a las autoridades, porque por lo menos aquí en Lima todos los movimientos de lomas han tenido protagonistas a ciudadanos, vecinos recontra empoderados que han puesta hasta su vida e juego, porque han tenido amenazas de muerte por traficantes, entonces yo no le tendría nada que recriminar a la ciudadanía, por su puesto todavía hay un grueso de personas que no conocen y bueno es normal, la educación no ha estado centrada en eso, cuando le enseñan a los niños ecología no les hablan de lomas y eso que viven al costado de las lomas, pero las autoridades deberían ser las primeras en tomar acciones, y el ministerio de educación cambiar un poco sus contenidos sobre cómo hacer que en los colegios se incluyan estos temas de las lomas, aquellos colegios que sobretodo están cerca a estos ecosistemas, o en todo lima en realidad porque aquí en realidad por todo lado hay y en Tacna seguro también es importante, entonces yo creo que por ahí va el asunto, primero un cambio en las autoridades.

11. **¿Considera usted que es importante concientizar y sensibilizar a las poblaciones sobre las tecnologías captadoras de agua?**

Yo creo que ahí depende mucho, no creo que haya que hacer una campaña masiva de concientizar a todo el mundo que vive en las lomas, porque como le digo quizá a ellos no les sirve de mucho o nada, creo que quizá a largo plazo si es el camino por ahí, pero no creo que hay que mandarnos a poner atrapanieblas por todas partes,

creo que primero hay que pensar por ejemplo en Lima que uso se le puede dar al agua de niebla o que usos, **en un sector de Atocongo hay una comunidad que tienen lotes grandes sobre lomas y ellos plantan sábila y la venden a empresas, y estas sábilas son regadas con agua de niebla**, entonces esa es una oportunidad de negocio concreta que se puede hacer, cosas así creo que es una opción, hay que ver otras opciones y que sea realmente sostenible y que la gente realmente las pueda mantener con el tiempo, creo que eso es lo primero y después ya se puede pensar en tecnologías y a quienes van dirigidas, porque no creo que sea a todos.

12. ¿Conoce otra persona que haya realizado algún estudio o investigación en las lomas de Perú?

Son muchas, de hecho ya se puede hablar de una comunidad si se quiere, se habla por ejemplo de los lomereros, que era un término que no existía, lomereros eran los que ganaderos que iban a las lomas, chivateros, pero ahora en la ciudad de Lima se habla de lomereros con alguien que está metido en el tema de las lomas, ya sea porque es un ciudadano comprometido, investigador, y se ha acuñado ese término, bueno los investigadores naturales son los biólogos pero se han creado otras comunidades en la Universidad Agraria que también tenían otra tradición de estudios, se ha formado el proyecto Lomas, y esos chicos que estuvieron en esos proyectos que habían economistas, biólogos, ahora siguen en el mundo de este tema y tiene una plataforma diferente que han creado, y ya son ellos profesionales y crearon un grupo que se llama Urbes y proponen continuar con estas actividades, ir más allá y eso es muy interesante, la comunidad está creciendo definitivamente.

13. ¿Conoce otra persona que haya realizado algún estudio o investigación en la loma de Tacahuay?

La verdad que no, conozco mucha gente aquí en Lima, algunos he conocido en la ciudad de Arequipa, de las Lomas de Atiquipa, o de las lomas de Cerro Campana en Trujillo.

N° de registro: 03

Nombre del entrevistador: Vanessa López Núñez

Nombre del entrevistado: Julieta de la Torre

Ocupación: Promotor de turismo, animadora sociocultural, comunera **Fecha de la entrevista:** 12 de mayo, 2021

Lugar de origen: Atiquipa, Caravelí, Arequipa **Fecha de llenado de ficha:** 15 de mayo, 2021

Contextualización: *Entrevista telefónica*

Buenas noches, primero quiero agradecerle por darme la oportunidad de realizarle una entrevista para mi proyecto de tesis.

1. ¿En qué regiones y distritos aplicó la tecnología de atrapanieblas?

Solamente lo he podido apreciar en Atiquipa, he visto en Villa María Triunfo que han realizado algunos compañeros, y acá solo he visto lo que ha hecho la UNSA, porque quien ha hecho los atrapanieblas en Atiquipa fueron ellos. Yo he estado viendo sus técnicas y hemos ido viendo falencias, que han estado muy grandes, que de repente tienen que ser más chicas, o de repente tienen que ser más escalonadas, las han hecho por ejemplo con parantes de eucalipto, ahora las están haciendo con fierro, y vamos cambiando la estructura, por ejemplo ahora con el proyecto las vamos a hacer con ese material, con unos tensadores galvanizados con alambres galvanizados, plastificados y la idea es ir innovando, porque la verdad que hay que probar

2. ¿Qué la llevó a usted a involucrarse más en este proyecto?

El tema del agua, en Atiquipa justamente estamos en el desierto y lamentablemente no tenemos agua, nosotros cada dos meses tenemos agua para la agricultura y cada dos días para el consumo humano, porque nosotros vivimos de los árboles, ellos son los que le dan agua para tomar a Atiquipa, y nuestro bosque ha sido depredado porque nuestras familiares antiguos no sabían lo que hacían, ellos cortaban los árboles para la leña de Chala, también por el sobrepastoreo, y porque Chile se llevó 10mil cargas de leña y nos dejaron sin agua. Entonces Atiquipa vive sin agua, nuestros olivos cada dos meses pueden tomar agua, y me di cuenta cuando llegué acá lo que era vivir sin agua, teníamos que minimizar, con el agua que lavábamos las verduras teníamos para regar el jardín, y también lo que nos falta aquí es mejorar el tema del riego y es lo que estamos viendo con el proyecto.

3. ¿Sabe en qué año se utilizó por primera vez un atrapanieblas en el Perú y en el mundo?

Dicen que los primeros llegaron a Atiquipa, el abuelo de un amigo lo hizo, pero nadie le hizo caso porque era peruano, que yo sepa el primer atrapanieblas viene de Chile con el Sr Horacio porque hubo un congreso y lo traen a Atiquipa y después lo llevan a Lachay, esto pasó por el año 99. Pero primero lo hicieron en África y luego llegó a Latinoamérica.

4. ¿Qué otra técnica captadora de agua conoce?

Hay una que dicen que es como una especie de humedecedor, eso lo están aplicando en Estados Unidos y otros países, falta traerlo y aplicarlo aquí.

5. ¿Se podrían aplicar estas tecnologías en otros ecosistemas que no sean lomas costeras?

No creo, porque los atrapanieblas funcionan con el viento y con la neblina del mar, ellos son realmente arboles artificiales que cuando ya crecen nuestros taros simplemente los retiramos porque es algo artificial.

6. ¿Qué ventajas cree usted que tiene esta tecnología?

Bueno la ventaja es que no te cuesta mucho, es algo manual, artesanal, y solamente es cosa de ver el mejor material para que sea practico y no tan costoso, la idea es que se monte y se desmonte para que no se malogre y pueda tener mayor duración, por eso tiene que ver la estrategia que le pongamos, el tema del mantenimiento es el problema, es cuestión de ingeniar.

7. ¿Cómo beneficia el uso del atrapanieblas a las poblaciones aledañas?

Nos beneficia porque nos produce agua de forma natural, el atrapanieblas la roba a la neblina el agua, porque el viento produce agua, la lluvia produce agua, simplemente eso hace que en nuestro caso produce agua para poder tomar, para la agricultura y ganadería y a la vez para nuestros vecinos, porque antes a ellos les vendíamos agua, porque es un agua dulce, obviamente no del atrapanieblas, si no del árbol pero la idea es tratar de llevarla a la agricultura, y conectar el atrapanieblas con una tubería a la tierra para que filtre al puquial y así se puede tomar agua de este y no del atrapanieblas.

8. ¿Cómo beneficia el uso del atrapanieblas al medio ambiente?

Porque el atrapanieblas capta el agua de la neblina y la hace caer a la superficie, de esa manera lo beneficia, porque crea fuentes de agua en un lugar árido como lo es

Atiquipa, es un desierto, aquí no tengo río, ni tenemos lluvia, realmente la neblina es nuestra única fuente de agua para llevarla a la agricultura y podamos sembrar hortalizas, olivos y todo lo que antes teníamos, y ahora mis árboles tienen que ser los atrapanieblas hasta que los verdaderos empiecen a crecer, porque vamos a empezar el tema de la reforestación, con tara porque es la planta endémica, la rallan, huarango y con la papaya silvestre, la idea es reforestar con las que están en peligro de extinción y se están perdiendo, puede ser incluso algarrobo, vamos a ir probando,

9. ¿Se tuvo algún tipo de problema cuando se implementó esta tecnología?

No fue sostenible, mucho dinero se iba en sueldos, construyen el atrapanieblas, hacen el tema de los estanques con geo membrana para poder la inundación que también fue un error, le pagaban a la gente por regar, los acostumbraron a eso, y después de que se fue la UNSA todo empezó a fallar, porque ya no se les pagaba y por eso ya no movían ni un dedo, entonces la gente en vez de hacer faenas para buscar dinero, lo dejaron así, nadie regó las plantas, después de seis meses vino la UNSA a hacer otro proyecto, pero fue lo mismo y ni siquiera vieron el tema turístico, yo llegué en su último proyecto y ahí ya era donde la gente reclamaba, antes no lo hacían porque no les daban trabajo, los fichaban y se aprovechaban de ellos, entonces me fui a Lima y me puse a investigar porque la idea es que uno consuma sus propios productos con su propia agua.

El único problema que hubo cuando se implementaron fue el viento porque las rompe, por eso se tiene que ver la manera de cómo protegerla, de repente con más tensadores, primero le colocaron dos, luego aumentaron a 4 para que la malla no se rompa porque el viento golpea, eran de 6x4 mts, ahora van a ser de 4x4 mts, entonces la idea es que ya no sea tan ancha para que ya no se rompa, y los han colocado de forma escalonada.

10. ¿Cree usted que la aplicación del atrapanieblas contribuye al desarrollo sostenible?

Sí, porque genera agua y con esta yo voy a sembrar hortalizas, olivos y todo lo demás y justamente la idea es que sea para que la agricultura sea más masiva, porque la mita va a llegar más rápido a los agricultores, entonces cuando falla mi agricultura porque no llego el agua, al toque van a ir ellos a restaurar el atrapanieblas, antes no les importaba porque ellos buscaban su beneficio propio, entonces para que ellos se involucren tiene que afectarles también.

11. ¿Conoce usted la Loma de Tacahuay?

Si conozco, y me dio mucha tristeza porque le pasó lo mismo que a Atiquipa, vino un proyecto, le puso los atrapanieblas, todo muy bonito y después lo dejaron botado, entonces faltó alguien que se involucre y continúe, ahí la municipalidad tuvo que hacer algo, no se dan cuenta de la importancia de las lomas, es una fuente de agua para todos.

12. ¿Cree que sería posible aplicar esta tecnología en la Loma de Tacahuay, Tacna?

Por su puesto, se puede reforestar con esa agua y plantar gran cantidad de árboles porque esa tierra es fértil, las autoridades no se dan cuenta de su riqueza, y también que puede ser rentable para la municipalidad y va a ser un tema científico para los estudiantes e investigadores. Las lomas son los pulmones de la costa.

13. ¿Considera usted que es importante concientizar y sensibilizar a las poblaciones y a las autoridades sobre las tecnologías captadoras de agua?

Por supuesto, porque ellos no saben sobre estas tecnologías, no saben sobre la importancia que genera tenerlos, es algo que no te quita nada, al contrario, estamos utilizando una energía renovable que simplemente es una malla Raschell, un parante de eucalipto, son materiales que podrían ser no costosos si alguien también te puede apoyar, y eso se le va dando mantenimiento, y nos vamos involucrando para lograrlo, es algo que de la nada te va dando agua, en las lomas no tienes río, pero en una montaña frente al mar ya tienes agua, simplemente con el viento y la malla, no necesitas una planta de tratamiento desalinizadora, la naturaleza ya te la dio, así de simple.

N° de registro: 04

Nombre del entrevistador: Vanessa López Núñez

Nombre del entrevistado: Juan Manuel Pinto Alfaro

Ocupación: Arquitecto

Fecha de la entrevista: 19 de mayo, 2021

Lugar de origen: Lima

Fecha de llenado de ficha: 19 de mayo, 2021

Contextualización: *Entrevista telefónica*

Buenos días, primero quiero agradecerle por su tiempo para poder realizarle la entrevista

1. ¿Ha realizado usted estudios e investigaciones de los ecosistemas de lomas?

Mi relación con las lomas es más que nada porque yo soy el presidente de un grupo ecologista, comando ecológico, directamente no he hecho investigaciones de las lomas.

2. ¿Por qué decidió involucrarse en el tema de lomas costeras?

Bueno, como te digo, soy parte de un grupo ecologista y nosotros trabajamos solamente en áreas naturales, pero **la idea principal es concientizar a las personas con el ejemplo, con la acción, haciéndolas trabajar directamente, haciendo limpieza, reforestaciones, trabajos de sensibilización directamente con los pobladores de las zonas locales.** En el caso de Lima las áreas naturales que más abundan son las lomas y los humedales, por eso es que empezamos a trabajar limpieza en lo humedales y reforestaciones en lugares como loma de Lachay.

3. ¿Desde qué año empezó a interesarse en las lomas costeras?

Comando ecológico es un grupo del año **1995, en ese año ya estábamos reforestando las lomas de Lachay, pero ahí no se conocían las lomas de Lima, recién en el 2009 y 2010 se hizo un poco más conocido que habían lomas en Lima** y nosotros empezamos a trabajar, primero en unas lomas donde ya habían trabajos, un nivel de conservación y nivel turístico, las lomas de Lúcumo que están en Pachacamac que son bien conocidas, y después ya pasamos a otras lomas como Villa María Triunfo, Mingomarga, Carabayllo que también están en Lima

4. ¿Cuáles fueron las ocupaciones realizadas por los pobladores del pasado en las zonas de lomas costeras?

Lo que yo sé, por ejemplo, yo tengo un libro que se llama ecología prehistórica andina, que en realidad es un libro que publicaban todos los meses en el CIZA, que es en Centro de Investigaciones de zonas áridas de la Universidad Agraria y ahí

hablan sobre las ocupaciones y las zonas de lomas de Lima sur, desde Lurín hasta Cañete, y ahí por ejemplo hablan de las construcciones, aprovechamiento de las lomas, los andenes que había y otros tipos de tecnologías.

5. ¿Conoce las tecnologías de atrapanieblas?

Sí, no he hecho investigaciones sobre atrapanieblas en las Lomas, porque no es mi carrera, pero en el tiempo que he estado en la conservación y difusión de estas áreas naturales de lomas he visto mucho trabajo del atrapanieblas, incluso nosotros tenemos un blog del grupo y ahí he publicado algunos artículos del atrapanieblas y de sus prototipos.

6. ¿Conoce usted algunas otras técnicas captadoras de agua?

Por ejemplo justo he estado viendo como captaban los antiguos peruanos el agua, y era por la parte de abajo que colocaban sus andenes en las lomas porque ahí no llueve mucho y en la parte de arriba colocaban árboles, entonces estos eran los neblineros, justo hace un tiempo vi un video de las lomas del sur, donde de un árbol grande solitario pusieron alrededor un manto de plástico pero que era como un embudo, o sea como un reservorio y lo dejaron así en la tarde y regresaron al día siguiente, ese árbol había almacenado como 500 litros de agua de un día para otro, entonces ahí estaban comprobando que las tecnologías andinas de colocar árboles arriba, encima de sus andenes, hacía que estos sean como neblineros captando el agua la botaban al suelo, para alimentarse de esta, pero a la vez humedecían todo el andén que estaba debajo.

7. ¿Se realizó algún proyecto de atrapanieblas en alguna de las lomas donde usted trabaja?

Sí, casi en todas las lomas hay, en lomas de Lachay yo vi atrapanieblas, en Villa María Triunfo cuando llegué en el año 2011 a trabajar con mi grupo ecologista, ya habían atrapanieblas que había instalado una ONG alemana en el 2005 o 2006, en lomas de Asia la comunidad campesina quiso instalar atrapanieblas para la reforestación y hoy en día el programa de las naciones unidas está realizando este proyecto de nuevo en VMT, en Carabayllo y en Lomas de Amancaes para el tema de reforestaciones

8. ¿Conoce la Loma de Tacahuay de la región de Tacna?

No he podido conocer, yo soy de lima y al sur solo he ido hasta Ica, y Marcona, pero no hasta allá no he llegado.

9. ¿Cree que sería posible aplicar esta tecnología en estas Lomas?

Claro que sí, solo se tiene que hacer un estudio de las condiciones climáticas y evaluar los puntos donde se colocarían los neblineros.

10. ¿Quién cree usted que son los principales beneficiados de estas tecnologías?

Depende para que se va a usar, por ejemplo, en Villa María Triunfo principalmente se instaló para las reforestaciones, y los principales beneficiados fueron los árboles y las personas que viven al rededor porque generan un pulmón verde con una cobertura boscosa para ellos que les puede dar sombra, mayor oxigenación, la gente que vive en los asentamientos humanos de estas lomas están en las laderas de los cerros, entonces las reforestaciones evitan que cuando haya derrumbes les caigan rocas.

11. ¿Cree que esta tecnología contribuye al desarrollo sostenible?

Si claro, en Villa María Triunfo donde nosotros trabajamos hay varios circuitos turísticos, pero el principal tiene diferentes puntos de descanso donde se detienen el guía y los turistas, donde hay como un museo y el guía les explica lo que están viendo, entonces hay zonas donde hay atrapanieblas y el guía se queda con ellos para explicarles su uso, hay gente que va a ver estos como parte del circuito turístico.

12. ¿Considera usted que es importante concientizar y sensibilizar a las poblaciones sobre la importancia de los ecosistemas de lomas?

Claro que es importante, ahora hay todo un trabajo de protección y sensibilización con los asentamientos humanos, que inicialmente comenzó con Comando Ecológico y algunos voluntarios, asociaciones vecinales, y ahora lo han tomado las naciones unidas, la Municipalidad de Lima, y han declarado varias de las Lomas como Áreas de Conservación para preservarlas y seguir sensibilizando su protección. A su vez el Ministerio de Agricultura ha declarado varias lomas de Lima como ecosistemas frágiles

13. ¿Considera usted que es importante concientizar y sensibilizar a las autoridades sobre los ecosistemas de lomas?

Si, por ejemplo, el Ministerio de Agricultura ha declarado varias lomas de Lima como ecosistemas frágiles y después ha declarado lomas de todo el Perú también.

14. ¿Conoce otra persona que haya realizado algún estudio o investigación en las lomas de Perú?

Si, como te digo está el historiador Jhony Chana, que ha investigado la parte histórica de las lomas de Atocongo, los principales investigadores de lomas eran historiadores o arqueólogos, porque con respecto a la biología no había mucha difusión, recién hace unos 5 o 6 años ha habido una explosión de investigaciones, sobre todo por jóvenes para sus tesis, etc., Por ejemplo está la autora José María Ramos, era una arqueóloga muy importante quien investigó varios lomas de Limas, los asentamientos prehistóricos o antes de los incas, sus usos, por ejemplo ella descubrió que habían árboles como la liso en las lomas costeras, como se alimentaban las personas en ese tiempo, de que sufrían

15. ¿Le gustaría agregar algo o darme una sugerencia?

Sobre el tema de las tecnologías, te comento que en el 2018 el programa de las naciones unidas a través de un programa que se llama EBA Lomas, invirtieron bastante dinero para proteger las lomas de Lima como Áreas de Conservación Regional, hizo un taller, que bueno no funcionó en la práctica pero era muy bueno, consistía en que se tenían que formar equipos multidisciplinarios donde tenían que haber Ingenieros Ambientales, Biólogos, Arquitectos, Especialistas en Informática, etc., para desarrollar neblineros y atrapanieblas que captan la mayor cantidad de agua, incluso yo participé en la primera reunión que hubo y ahí nos explicaron, y nos iban a apoyar con todo, la idea era que el equipo desarrolle, a parte del atrapanieblas, como tenía que ser este, por ejemplo **habían ideas y lineamientos básicos que si el viento a diferentes horas del día soplaba en diferentes direcciones, entonces al atrapanieblas podría desarrollársele una tecnología para que cambie de dirección junto con el viento**, entonces ahí era el dilema de cómo hacerlo, y como soporte iba a estar Microsoft con tecnología inalámbrico para poder monitorear el viento y todo eso, y poder hacer que el neblinero cambie de dirección, cosas que así que se iban a diseñar en 3D e imprimirlo con programas y máquinas en 3D, iba a haber todo un respaldo, lamentablemente no se pudo terminar ese taller, no sé por qué pero fue muy interesante, las intenciones hay pero creo que los equipos humanos que se conformaron no estaban al nivel de lo que ellos querían.

N° de registro: 05

Nombre del entrevistador: Vanessa López Núñez

Nombre del entrevistado: Martín Zambrano Pinto

Ocupación: Biólogo

Fecha de la entrevista: 19 de mayo, 2021

Lugar de origen: Tacna

Fecha de llenado de ficha: 19 de mayo, 2021

Contextualización: *Entrevista telefónica*

1. ¿En qué lomas del Perú y en qué año ha realizado estudios e investigaciones?

Solamente me he involucrado en proyectos de la Loma de Tacahuay de la región Tacna.

2. ¿En qué año participó en este proyecto?

Este proyecto se empezó a realizar en el año 2011.

3. ¿Por qué decidió participar en ese proyecto?

Los encargados del proyecto ADMICCO, que significa Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en Zonas Costeras, se comunicaron conmigo y me propusieron que me encargara de los atrapanieblas debido a que yo tenía conocimiento sobre estas lomas.

4. ¿Sabe en qué año fue descubierta la Loma de Tacahuay?

Fue hace muchos años, son unas lomas bastante antiguas donde habitaron pobladores pasados, actualmente vive ahí la familia Fernández desde hace más de 50 años, que tienen sus olivares en la parte de abajo y ellos se encarga de su riego y mantenimiento.

5. ¿Sabe usted si se realizó algún proyecto de rescate arqueológico en la zona?

Claro que sí, cuando se estaba haciendo la carretera de la costanera descubrieron algunos huacos y llamaron a los arqueólogos y ellos realizaron un estudio de la zona, justo en la subida de las lomas y ahí se registró esta data que te comento, o sea que ya hace más de 10 mil a 12 mil años ya había un asentamiento humano, de igual manera como están descubriendo ahora en las Lomas de Ilo. Estos pobladores no pertenecerían a la cultura Chiribaya ya que esta es más moderna, pero son pre incas, mucho más antiguos.

6. ¿Cuáles fueron las ocupaciones realizadas por los pobladores del pasado en estas lomas?

Ellos eran básicamente pescadores, se dedicaban a la pesca y la mayoría de su alimentación eran los mariscos que sacaban de las zonas costeras.

7. ¿Cree que estas personas utilizaban recursos de las lomas para su alimentación?

Sí, bueno, en esa zona, hace un buen tiempo atrás, bajaban los guanacos a alimentarse ahí y, por lo tanto, estos pobladores también podían matar a estos guanacos para alimentarse de ellos.

8. ¿Por qué no se pudo llegar a culminar el proyecto de atrapanieblas en la Loma de Tacahuay?

Te cuento un poco la historia, el proyecto de la Loma de Tacahuay nace de un proyecto grande que se llama ADMICCO, en estos proyectos participaron 3 países, Ecuador, Perú y Chile, y aquí en Perú trabajaron dos ONG, la ONG Labor Civil en el sur y en el norte fue otra, pero esta de Labor implementó el proyecto en la zona sur, tenía varios componentes ese proyecto, uno era la restauración de la Loma de Tacahuay y consistía en implementar atrapanieblas para almacenar agua y con esa agua poder restaurar las taras que originalmente habían ahí, en los cuatro años del proyecto, hasta diciembre del 2014, se reforestaron cerca de 800 taras en las laderas, se dejó una caseta, se dejó implementada la poza, los sistemas de riego y los atrapanieblas obviamente, concluido el proyecto ADMICCO, entregó toda la infraestructura a la Municipalidad de Ite, y esta se comprometió en darle la sostenibilidad a este proyecto, es decir darle funcionamiento a los atrapanieblas, poner un guardián que haya alguien siempre que cuide esa zona, el problema fue que la Municipalidad trabajó solo un año y luego con el cambio de alcalde se dejó de lado y se detuvo todo ese proceso.

9. ¿Cree que sería posible retomar ese proyecto en estas Lomas?

Sí, tengo entendido que la gerencia de Tacna va a retomar ese proyecto, mientras estuvo el proyecto ADMICCO esos 4 años funcionó perfectamente, el problema fue en la sostenibilidad que no la dio como se esperaba la Municipalidad de Ite.

10. ¿Cómo cree usted que los atrapanieblas beneficiaría a los ecosistemas de las Lomas?

Los atrapanieblas son vitales, dado de que para este tipo de proyectos aportan en captar agua para que con esa agua se pueda restaurar estos árboles de las taras, ahora en las taras, una vez que alcanzan uno o dos años de vida, y ya básicamente viven del agua que está dentro de la loma, en lo que se convierte cada tara es en un atrapanieblas natural. Las taras se conocen como especies nodrizas, una especie

nodriza es una especie que al redero suyo provoca que otras especies puedan vivir, entonces hablando de forma natural las taras son los atrapanieblas naturales que hay en las lomas, y estas taras son las que dan vida tanto a flora y fauna que hay alrededor, si no hubiera este estrato arbóreo de taras no existirían las lomas como las conocemos, básicamente sería estrato arbustivo, con otra biodiversidad, menor biodiversidad que con las taras, entonces el objetivo de los atrapanieblas en un primer momento en el proyecto era regar esas taras, y luego esas mismas taras iban a hacer la infiltración de agua correspondiente a la loma para poder restaurar ese ecosistema.

11. ¿Hay alguna comunidad cerca de las lomas?

Hay dos familias, la del Señor Alvarado que es del olivar del frente que está justo en la entrada, y atrás en la otra quebrada que es la Mostazal está la familia Fernández, a partir de los meses de setiembre, octubre y noviembre llegan los criadores de chivos y ovejas, los majaderos como se les llama, y esos grupos en esa temporada de lomas cuando está todo verde traen su ganado y se asientan ahí e instalan su campamento de carpas mientras está su ganado en la zona, todos los años realizan eso, aunque algunos años hay más verdor que en otros.

12. ¿Actualmente quién es el encargado de la Loma de Tacahuay?

No hay ninguna administración, ha sido considerada un Área de Conservación Ambiental por la Municipalidad de Ite, y también está considerada como un Área Prioritaria para la Conservación Regional de Tacna, pero ahora no hay nadie que la administre, lo que significa que cualquier persona puede ir, pero lo que se quiere es establecer luego es un Área Natural Protegida, ahí si ya tendría que haber un guardián, gente que cuide y todo lo demás, pero ese proceso todavía no se ha iniciado

13. ¿Cree que esta tecnología contribuiría al desarrollo sostenible?

Claro que sí.

14. ¿Considera usted que es importante concientizar y sensibilizar a las poblaciones sobre las tecnologías captadoras de agua?

Así es, hay que informarlos sobre su importancia y como pueden beneficiarlos en sus actividades diarias domésticas, además de que no es muy costoso y se puede implementar.

15. ¿Conoce otra persona que haya realizado algún estudio o investigación en la loma de Tacahuay?

Sí, el Biólogo Luis Villegas, que tiene bastante conocimiento y él fue quien nos asesoró en este proyecto, el hace más de 10 años está involucrado en este tema, ha hecho proyectos no solo para las lomas, es un experto en el tema, él trabaja en la Universidad San Agustín.

N° de registro: 06

Nombre del entrevistador: Vanessa López Núñez

Nombre del entrevistado: Franz García Huazo

Ocupación: Ingeniero Ambiental **Fecha de la entrevista:** 19 de mayo, 2021

Lugar de origen: Lima **Fecha de llenado de ficha:** 19 de mayo, 2021

Contextualización: *Entrevista por medio de Google Meet*

Buenas noches, gracias por darte el tiempo de poder conectarte y como coordinamos la fecha para la entrevista, procederé a realizarte algunas preguntas sobre tu trabajo de tesis.

1. ¿En qué regiones y distritos aplicó la tecnología de atrapanieblas?

En las lomas de Villa María Triunfo, aunque también he podido ver las que hay en Lima Metropolitana.

2. ¿Qué lo llevó a realizar este proyecto?

Bueno, principalmente la razón es porque yo soy de Villa María y porque ya desde pequeño había crecido viendo el tema de los atrapanieblas entonces quise investigar un poco más sobre el tema y enfocarme más en la calidad del agua captada de la niebla ya que aquí en Lima hay bastantes asentamientos humanos donde no les llega para su consumo.

3. ¿Sabe en qué año se utilizó por primera vez un atrapanieblas en el Perú y en el mundo?

En los años 50 se empezaron a hacer investigaciones, en Latinoamérica Chile es el país pionero y ahí se empezaron a implementar a partir del año 60.

4. ¿Qué otra técnica captadora de agua conoce?

Bueno esta pregunta si me hace pensar bastante, porque la más indicada para captar agua de niebla son los atrapanieblas por medio de las mallas, aunque también conozco algunas técnicas captadoras de agua de lluvia, en algunas casas se puede poner en los techos una especie de reservorios para que ahí se vaya acumulando y almacenando el agua, también hay unos pequeños instrumentos que son como platos que se colocan en el campo o en puntos determinados para que se vayan llenando y así poder aprovechar esta agua.

5. ¿Se podrían aplicar estas tecnologías en otros ecosistemas que no sean lomas costeras?

Si y no, porque principalmente se necesita la niebla y el viento para captar el agua, lo que es característico de la zona costera de Perú y de Chile, tal vez se podría aplicar en los bosques de niebla del norte, aunque ahí es mejor captar el agua de lluvia ya que esto se genera en mayor abundancia, igualmente en la selva debido a la gran cantidad de precipitaciones que se dan.

6. ¿Qué otras lomas conocen usted donde se haya realizado este tipo de proyecto?

Hay bastantes lomas que se han ido sumando a la implementación de estos proyectos, aparte de Villa María Triunfo están las lomas de Lúcumo, lomas de Lachay, e incluso **en el Callao, donde no hay lomas, pero ha habido un proyecto para poder captar el agua de la niebla marítima.**

7. ¿Qué beneficios obtuvo la zona o distrito donde aplicó la tecnología de atrapanieblas?

Bueno, como te digo yo realicé una tesis descriptiva, la cual era para **informar que calidad tenía el agua de niebla, y debido a la gran contaminación que tiene Lima, ya que presentaba gran cantidad de aluminio, es que esta agua no es apta para el consumo humano ya que puede ser dañina, se le puede dar otro uso en las actividades domésticas como para lavar ropa o limpieza, e incluso para la agricultura, pero no para algún tipo de uso que tenga contacto directo con el organismo.**

8. ¿Quién cree que son los más beneficiados con estas tecnologías?

Definitivamente la población que se encuentra más cerca, ya que aquí en Lima, debido al crecimiento urbano hay una gran cantidad de poblaciones y comunidades que no tienen acceso al agua, ya que Lima ha crecido de una forma tan desordenada que hasta han ocupado parte de las lomas, y hasta esas zonas no les llega agua, no hay conexiones de desagüe tampoco, las cisternas pasan por ahí pero de vez en cuando y el agua repartida es mucho más cara, e incluso en el transporte de la cisterna hasta que llegue a las zonas alejadas se puede ir contaminando, entonces los más beneficiados, serían las poblaciones de todas maneras.

9. ¿Qué ventajas cree usted que tiene esta tecnología?

Son tecnologías económicas, se evita el hecho de tener que hacer pozos para utilizar otras fuentes de agua que a la larga agotarían este recurso, tampoco se tienen que hacer zanjas para la conexión de las tuberías, ya que esto repercute en el medio

ambiente. Son sencillas de instalar y solo se les tiene que dar un mantenimiento cada cierto tiempo, y no es algo fuera del otro mundo.

10. ¿Cómo beneficia el uso del atrapanieblas al medio ambiente?

Bueno, no son tecnologías que dañen el medio ambiente, su instalación no genera grandes impactos en la naturaleza y ecosistema, ya que esos huecos que se hacen para colocar los parantes de los atrapanieblas es algo que se vuelve a tapar y puede volver a crecer sobre eso algún tipo de vegetación, además utilizar estas tecnologías evita que se utilice agua de otros tipos de fuentes y tampoco se le quita a nadie para abastecer a otras personas. También se utiliza esta agua captada para el riego de los cultivos y para la reforestación de las lomas, creando así más pisos ecológicos y más cosechas.

11. ¿Se tuvo algún tipo de problema cuando se implementó esta tecnología?

Si tuve alguno problemas, pero principalmente porque tuve que instalar varios atrapanieblas en distintos puntos, los que estaban cerca de la población si estaban bajo control, les encargaba a los pobladores que los cuiden y que nadie pueda dañarlos, pero los que estaban lejos si estaban un poco abandonados, cuando iba a ver cuánta agua habían captado, los encontraba incompletos, a veces faltaban baldes, o algún otro material que se utilizaba para su instalación y funcionamiento; después no tuve otro problema, ya que primero se debe conversar e informar a las poblaciones cercanas y a las asociaciones o autoridades encargadas del lugar.

12. ¿Cree usted que la aplicación del atrapanieblas contribuye al desarrollo sostenible?

Claro que sí, que mejor que utilizar un recurso que está presente en la naturaleza y que nadie más está utilizando, estos atrapanieblas sirven también como atractivos turísticos para las personas, generan mayor abastecimiento de agua a las comunidades que no tienen acceso al recurso, y así es como se van desarrollando y van creciendo de una manera sostenible.

13. ¿Considera usted que es importante concientizar y sensibilizar a las poblaciones sobre las tecnologías captadoras de agua?

Así es, sobre todo a las poblaciones que tienen niebla en las zonas donde viven o cerca, se les debe informar sobre la importancia de estas que tal vez desconocen, para que así también se puedan involucrar y puedan tener su propio sistema captador de agua de niebla para su propio uso y beneficio.

14. ¿Conoce otra persona que haya realizado un proyecto similar?

Sí, hay una ONG que es Movimientos Perú sin agua, y el encargado es el Ingeniero Abel Cruz que ha instalado una gran cantidad de atrapanieblas en distintas partes del Perú, hasta ha tenido una participación internacional, también hay varias organizaciones que han estado realizando estos proyectos, y bueno, los investigadores individuales como yo, y otras personas que se han involucrado en el tema para poder realizar sus tesis u otro tipo de proyectos.

N° de registro: 07

Nombre del entrevistador: Vanessa López Núñez

Nombre del entrevistado: Christian Riveros Artiga

Ocupación: Administrador con **Fecha de la entrevista:** 04 de mayo, 2021
maestría en Ecoturismo

Lugar de origen: Tacna **Fecha de llenado de ficha:** 14 de mayo, 2021

Contextualización: *Entrevista telefónica*

1. ¿En qué lomas del Perú y en qué año ha realizado estudios e investigaciones?

Bueno, en particular, investigaciones propiamente dichas no he realizado, sin embargo he tenido la oportunidad de hacer trabajos académicos con alumnos de la Universidad Privada de Tacna en las carreras de Turismo e Ingeniería Ambiental, visitar las Lomas de Morro Sama, hacer la ruta de una tara solitaria, le pusimos la Tara Solitaria, en el año 2008 - 2009, posteriormente hicimos también un trabajo en la Loma de Tacahuay en Tacna, y bueno básicamente en esas dos Lomas he tenido más experiencia, y luego también en Atiquipa en el año 2019 con Julieta de la Torre, en años anteriores como en el 2012 en las Lomas de Lachay.

2. ¿Por qué decidió involucrarse en estos temas?

Mi interés básicamente se relaciona con mi formación, soy Administrador, tengo una maestría en Ecoturismo y estudios concluidos en doctorado de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, y por supuesto las lomas siempre me han llamado la atención, de hecho, he realizado algunos artículos. Las Lomas a mi particularmente me atraen porque son ecosistemas únicos en el mundo, recuerda que **sólo existen en el norte de Chile y toda la costa Pacífico peruana hasta Piura, y en la zona de Punta Balcones ya cambia**, influye más el mar tropical y ya no hay lomas, en Chile le dicen oasis de desierto o vegetación de oasis, algo así, son un complemento del mar frío, la ausencia de lluvias, la concentración de neblinas en algunos meses en las partes altas donde empiezan a elevarse los Andes, y son interesantes porque han permitido desde la antigüedad la subsistencia del hombre.

3. ¿Sabe desde qué año se empezaron a hacer estudios de las lomas costeras?

Bueno, propiamente dicho como lomas como ecosistemas no son antiguos los estudios, si no los estudios han sido de las especies, **los primeros investigadores botánicos que llegaron al Perú entre ellos Hipólito Juan Pavón en la época colonial, te podría decir eso, y también Humboldt posteriormente.**

4. ¿Tiene conocimiento sobre las ocupaciones de los pobladores pasados en las zonas de lomas costeras?

Se tiene como evidencia de que la presencia más antigua del hombre en la costa peruana se encuentra al sur del Perú, en Tacna, justo en la loma de Tacahuay como en las Lomas de Morro Sama, en ambos casos están entre 11 mil en Tacahuay y 11600 años antes del presente en la zona de Morro Sama, donde gracias a estudios de la doctora Daniela Val, ella es técnica de estudios de investigación de ictioarqueología, es decir, estudios de restos óseos de peces y también de conchas de algunos mariscos que han sido cocinados, preparados o consumidos por el hombre, se han encontrado y se tiene esta evidencia, obviamente también las lomas atraían guanacos en sus épocas y estos eran cazados.

5. ¿Se tiene conocimiento sobre qué tipo cultura existió en las lomas?

No podría decirte que culturas se han asentado en las lomas, pero si por ejemplo, lo conozco la experiencia de lo que son los changos o los camanchacos que eran grupos de personas trashumantes que estaban moviéndose constantemente de un territorio del norte de Chile y sur de Perú y que aprovechaban y que aprovechaban toda la biodiversidad marina y por supuesto de las lomas para poder alimentarse, obtener agua, de eso conozco, luego no podría decir exactamente, porque muchas culturas no solamente ocupaban lomas, sino ocupaban espacios como los valles que era donde tenían agricultura a un grado de desarrollo.

6. ¿Conoce las tecnologías de atrapanieblas?

Si conozco varias experiencias, he trabajado con atrapanieblas en el proyecto ADMICCO en Lomas de Tacahuay con la ONG Labor y en la zona de Atiquipa y también los he visto en Lima.

7. ¿Se realizó algún proyecto de atrapanieblas en alguna de las lomas donde realizó su investigación?

No he realizado ningún trabajo de atrapanieblas directamente, pero sí de manera indirecta, he sido testigo de cómo un proyecto que había tenido éxito durante 4 años en los atrapanieblas de la zona de lomas de Tacahuay, que permitía que a través de canaletas de PVC pudieran conducir el agua y a través de las mangueras de riego alimentaban un reservorio, y del reservorio pues salían también las mangueras y llegaban a algunos tanques, y esos tanques luego en toda la zona de lomas reforestaban, pero ya los atrapanieblas a pesar de haber tenido filtro UV en la malla,

se han deteriorado, se han caído y bueno ya no están cumpliendo su función, el reservorio está vacío, eso me da una pena, igual he visto la experiencia similar de abandono en las lomas de Atiquipa.

8. ¿Conoce otra persona que haya realizado algún estudio o investigación en la loma de Tacahuay?

Si, efectivamente, conozco el proyecto de experiencia en Lomas de Tacahuay, te menciono incluso que existía una caseta con un neblinómetro que lo manejaba un señor Ever Fernández, que es pastor de la zona allá, segunda o tercera generación, además tiene olivares, y bueno, es lamentable que **la municipalidad distrital de Ite,** **a pesar de tener el presupuesto del canon minero, a pesar de haber recibido un proyecto por parte de la ONG Labor en pleno funcionamiento, lo que ha hecho es abandonarlo y peor aún, encima ha generado una construcción de una carretera supuestamente para el Ecoturismo** y ha generado desbosques, ha sacado árboles, se le ha hecho la denuncia y se le ha impuesto un procedimiento sancionador desde la parte de SERFOR que es quien la representa, es una problemática, a pesar de que acá es un Área de Conservación Ambiental por el municipio provincial de Jorge Basadre, no sé está llevando a cabo ninguna actividad, es un sitio prioritario para la conservación desde el año 2013, decretado por el gobierno regional de Tacna a través de la gerencia de recursos naturales, es un acosos tema frágil como loma declarado a través del SERFOR, y son embargo existen estudios de exploraciones de una minera china que hace años está haciendo y lamentablemente pues no veo el accionar de las autoridades.

Anexo 3. Consentimiento informado de entrevistas

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este protocolo es brindar a los y a las participantes en esta investigación, una explicación clara de la naturaleza de la misma, así como del rol que tienen en ella.

La presente investigación es conducida por **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** de la Universidad Continental. La meta de este estudio es **ANALIZAR LA TECNOLOGÍA DE ATRAPANIEBLAS COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA DE TACAHUAY DE TACNA, 2021**

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá participar en la entrevista por ser informante clave al estudio. La actividad será grabada, si usted lo permite, así el investigador podrá transcribir las ideas que usted haya expresado.

Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación.

En principio, la actividad desarrollada por usted será confidencial, por ello serán codificadas utilizando un número de identificación. Si la naturaleza del estudio requiriera su identificación, ello solo será posible si es que usted da su consentimiento expreso para proceder de esa manera.

Si tuviera alguna duda con relación al desarrollo del proyecto, usted es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Además, puede finalizar su participación en cualquier momento del estudio sin que esto represente algún perjuicio para usted. Si se sintiera incómoda o incómodo, frente a alguna de las preguntas, puede ponerlo en conocimiento de la persona a cargo de la investigación y abstenerse de responder.

Muchas gracias por su participación.

Yo, ABEL CRUZ GUTIERREZ doy mi consentimiento para participar en el estudio y soy consciente de que mi participación es enteramente voluntaria.

He recibido información en forma verbal sobre el estudio mencionado anteriormente y he leído la información escrita adjunta (de ser el caso que se haya proporcionado información escrita sobre la investigación). He tenido la oportunidad de discutir sobre el estudio y hacer preguntas.

Al firmar este protocolo doy consentimiento a la información brindada en la entrevista y sea usado solo para el fin que requiera el estudio.

Entiendo que puedo finalizar mi participación en el estudio en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para mí.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento e información del estudio y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo comunicarme con LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA al correo (o al teléfono) VANESSA.TATIANA.LOPEZ@GMAIL.COM Y 968366696.

ABEL CRUZ GUTIERREZ DNI 23800380

04/05/2021

Nombre completo del (de la) participante

Firma

Fecha

Vanessa Tatiana Lopez Nuñez

04/05/2021

Nombre del Investigador responsable

Firma

Fecha

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este protocolo es brindar a los y a las participantes en esta investigación, una explicación clara de la naturaleza de la misma, así como del rol que tienen en ella.

La presente investigación es conducida por **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** de la Universidad Continental. La meta de este estudio es **ANALIZAR LA TECNOLOGÍA DE ATRAPANIEBLAS COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA DE TACAHUAY DE TACNA, 2021**

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá participar en la entrevista por ser informante clave al estudio. La actividad será grabada, si usted lo permite, así el investigador podrá transcribir las ideas que usted haya expresado.

Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación.

En principio, la actividad desarrollada por usted será confidencial, por ello serán codificadas utilizando un número de identificación. Si la naturaleza del estudio requiriera su identificación, ello solo será posible si es que usted da su consentimiento expreso para proceder de esa manera.

Si tuviera alguna duda con relación al desarrollo del proyecto, usted es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Además, puede finalizar su participación en cualquier momento del estudio sin que esto represente algún perjuicio para usted. Si se sintiera incómoda o incómodo, frente a alguna de las preguntas, puede ponerlo en conocimiento de la persona a cargo de la investigación y abstenerse de responder.

Muchas gracias por su participación.

Yo, Jose Manuel Mamani Ccoto doy mi consentimiento para participar en el estudio y soy consciente de que mi participación es enteramente voluntaria.

He recibido información en forma verbal sobre el estudio mencionado anteriormente y he leído la información escrita adjunta (de ser el caso que se haya proporcionado información escrita sobre la investigación). He tenido la oportunidad de discutir sobre el estudio y hacer preguntas.

Al firmar este protocolo doy consentimiento a la información brindada en la entrevista y sea usado solo para el fin que requiera el estudio.

Entiendo que puedo finalizar mi participación en el estudio en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para mí.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento e información del estudio y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo comunicarme con **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** al correo (o al teléfono) **VANESSA.TATIANA.LOPEZ@GMAIL.COM** Y **968366696**.

| | | |
|--|---|-----------------|
| <u>Jose Manuel Mamani Ccoto</u> |  | <u>10/05/21</u> |
| Nombre completo del (de la) participante | Firma | Fecha |
| <u>Vanessa Tatiana Lopez Nuñez</u> |  | <u>10/05/21</u> |
| Nombre del Investigador responsable | Firma | Fecha |

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este protocolo es brindar a los y a las participantes en esta investigación, una explicación clara de la naturaleza de la misma, así como del rol que tienen en ella.

La presente investigación es conducida por **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** de la Universidad Continental. La meta de este estudio es **ANALIZAR LA TECNOLOGÍA DE ATR.-PANIEBLAS COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA DE TACAHUAY DE TACNA, 2021**

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá participar en la entrevista por ser informante clave al estudio. La actividad será grabada, si usted lo permite, así el investigador podrá transcribir las ideas que usted haya expresado.

Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación.

En principio, la actividad desarrollada por usted será confidencial, por ello serán codificadas utilizando un número de identificación. Si la naturaleza del estudio requiriera su identificación, ello solo será posible si es que usted da su consentimiento expreso para proceder de esa manera.

Si tuviera alguna duda con relación al desarrollo del proyecto, usted es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Además, puede finalizar su participación en cualquier momento del estudio sin que esto represente algún perjuicio para usted. Si se sintiera incómoda o incómodo, frente a alguna de las preguntas, puede ponerlo en conocimiento de la persona a cargo de la investigación y abstenerse de responder.

Muchas gracias por su participación.

Yo, Julieta De La Torre Vera doy mi consentimiento para participar en el estudio y soy consciente de que mi participación es enteramente voluntaria.

He recibido información en forma verbal sobre el estudio mencionado anteriormente y he leído la información escrita adjunta (de ser el caso que se haya proporcionado información escrita sobre la investigación). He tenido la oportunidad de discutir sobre el estudio y hacer preguntas.

Al firmar este protocolo doy consentimiento a la información brindada en la entrevista y sea usado solo para el fin que requiera el estudio.

Entiendo que puedo finalizar mi participación en el estudio en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para mí.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento e información del estudio y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo comunicarme con **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** al correo (o al teléfono) **VANESSA.TATIANA.LOPEZ@GMAIL.COM** Y **968366696**.

Julieta De La Torre Vera



12/05/2021

Nombre completo del (de la) participante

Firma

Fecha

Vanessa Tatiana Lopez Nuñez



12/05/2021

Nombre del Investigador responsable

Firma

Fecha

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este protocolo es brindar a los y a las participantes en esta investigación, una explicación clara de la naturaleza de la misma, así como del rol que tienen en ella.

La presente investigación es conducida por **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** de la Universidad Continental. La meta de este estudio es **ANALIZAR LA TECNOLOGÍA DE ATRAPANIEBLAS COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA DE TACAHUAY DE TACNA, 2021**

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá participar en la entrevista por ser informante clave al estudio. La actividad será grabada, si usted lo permite, así el investigador podrá transcribir las ideas que usted haya expresado.

Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación.

En principio, la actividad desarrollada por usted será confidencial, por ello serán codificadas utilizando un número de identificación. Si la naturaleza del estudio requiriera su identificación, ello solo será posible si es que usted da su consentimiento expreso para proceder de esa manera.

Si tuviera alguna duda con relación al desarrollo del proyecto, usted es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Además, puede finalizar su participación en cualquier momento del estudio sin que esto represente algún perjuicio para usted. Si se sintiera incómoda o incómodo, frente a alguna de las preguntas, puede ponerlo en conocimiento de la persona a cargo de la investigación y abstenerse de responder.

Muchas gracias por su participación.

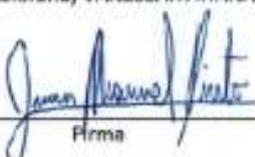
Yo, Juan Manuel Pinto Alfaro doy mi consentimiento para participar en el estudio y soy consciente de que mi participación es enteramente voluntaria.

He recibido información en forma verbal sobre el estudio mencionado anteriormente y he leído la información escrita adjunta (de ser el caso que se haya proporcionado información escrita sobre la investigación). He tenido la oportunidad de discutir sobre el estudio y hacer preguntas.

Al firmar este protocolo doy consentimiento a la información brindada en la entrevista y sea usado solo para el fin que requiera el estudio.

Entiendo que puedo finalizar mi participación en el estudio en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para mí.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento e información del estudio y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo comunicarme con LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA al correo (o al teléfono) VANESSA.TATIANA.LOPEZ@GMAIL.COM Y 968366696.

| | | |
|--|--|----------|
| Juan Manuel Pinto Alfaro |  | 19/05/21 |
| Nombre completo del (de la) participante | Firma | Fecha |
| Vanessa Tatiana Lopez Nuñez |  | 19/05/21 |
| Nombre del Investigador responsable | Firma | Fecha |

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este protocolo es brindar a los y a las participantes en esta investigación, una explicación clara de la naturaleza de la misma, así como del rol que tienen en ella.

La presente investigación es conducida por **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** de la Universidad Continental. La meta de este estudio es **ANALIZAR LA TECNOLOGÍA DE ATRAPANIEBLAS COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA DE TACAHUAY DE TACNA, 2021**

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá participar en la entrevista por ser informante clave al estudio. La actividad será grabada, si usted lo permite, así el investigador podrá transcribir las ideas que usted haya expresado.

Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación.

En principio, la actividad desarrollada por usted será confidencial, por ello serán codificadas utilizando un número de identificación. Si la naturaleza del estudio requiriera su identificación, ello solo será posible si es que usted da su consentimiento expreso para proceder de esa manera.

Si tuviera alguna duda con relación al desarrollo del proyecto, usted es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Además, puede finalizar su participación en cualquier momento del estudio sin que esto represente algún perjuicio para usted. Si se sintiera incómoda o incómodo, frente a alguna de las preguntas, puede ponerlo en conocimiento de la persona a cargo de la investigación y abstenerse de responder.

Muchas gracias por su participación.

Yo, Martin Andrés Zambrano Pinto, doy mi consentimiento para participar en el estudio y soy consciente de que mi participación es enteramente voluntaria.

He recibido información en forma verbal sobre el estudio mencionado anteriormente y he leído la información escrita adjunta (de ser el caso que se haya proporcionado información escrita sobre la investigación). He tenido la oportunidad de discutir sobre el estudio y hacer preguntas.

Al firmar este protocolo doy consentimiento a la información brindada en la entrevista y sea usado solo para el fin que requiera el estudio.

Entiendo que puedo finalizar mi participación en el estudio en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para mí.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento e información del estudio y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo comunicarme con LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA al correo (o al teléfono) VANESSA.TATIANA.LOPEZ@GMAIL.COM Y 968366696.

Martin Andrés Zambrano Pinto

19/05/21

Nombre completo del (de la) participante

Firma

Fecha

Vanessa Tatiana Lopez Nuñez

19/05/21

Nombre del Investigador responsable

Firma

Fecha

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este protocolo es brindar a los y a las participantes en esta investigación, una explicación clara de la naturaleza de la misma, así como del rol que tienen en ella.

La presente investigación es conducida por **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** de la Universidad Continental. La meta de este estudio es **ANALIZAR LA TECNOLOGÍA DE ATRAPANIEBLAS COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA DE TACAHUAY DE TACNA, 2021**

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá participar en la entrevista por ser informante clave al estudio. La actividad será grabada, si usted lo permite, así el investigador podrá transcribir las ideas que usted haya expresado.

Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación.

En principio, la actividad desarrollada por usted será confidencial, por ello serán codificadas utilizando un número de identificación. Si la naturaleza del estudio requiriera su identificación, ello solo será posible si es que usted da su consentimiento expreso para proceder de esa manera.

Si tuviera alguna duda con relación al desarrollo del proyecto, usted es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Además, puede finalizar su participación en cualquier momento del estudio sin que esto represente algún perjuicio para usted. Si se sintiera incómoda o incómodo, frente a alguna de las preguntas, puede ponerlo en conocimiento de la persona a cargo de la investigación y abstenerse de responder.

Muchas gracias por su participación.

Yo, Franz Newton García Huazo, doy mi consentimiento para participar en el estudio y soy consciente de que mi participación es enteramente voluntaria.

He recibido información en forma verbal sobre el estudio mencionado anteriormente y he leído la información escrita adjunta (de ser el caso que se haya proporcionado información escrita sobre la investigación). He tenido la oportunidad de discutir sobre el estudio y hacer preguntas.

Al firmar este protocolo doy consentimiento a la información brindada en la entrevista y sea usado solo para el fin que requiera el estudio.

Entiendo que puedo finalizar mi participación en el estudio en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para mí.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento e información del estudio y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo comunicarme con **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** al correo (o al teléfono) **VANESSA.TATIANA.LOPEZ@GMAIL.COM** Y **968366696**.

Franz Newton García Huazo



19/05/21

Nombre completo del (de la) participante

Firma

Fecha

Vanessa Tatiana Lopez Nuñez



19/05/21

Nombre del Investigador responsable

Firma

Fecha

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito de este protocolo es brindar a los y a las participantes en esta investigación, una explicación clara de la naturaleza de la misma, así como del rol que tienen en ella.

La presente investigación es conducida por **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** de la Universidad Continental. La meta de este estudio es **ANALIZAR LA TECNOLOGÍA DE ATRAPANIEBLAS COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECOSISTEMA DE LA LOMA DE TACAQUAY DE TACNA, 2021**

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá participar en la entrevista por ser informante clave al estudio. La actividad será grabada, si usted lo permite, así el investigador podrá transcribir las ideas que usted haya expresado.

Su participación será voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se podrá utilizar para ningún otro propósito que no esté contemplado en esta investigación.

En principio, la actividad desarrollada por usted será confidencial, por ello serán codificadas utilizando un número de identificación. Si la naturaleza del estudio requiriera su identificación, ello solo será posible si es que usted da su consentimiento expreso para proceder de esa manera.

Si tuviera alguna duda con relación al desarrollo del proyecto, usted es libre de formular las preguntas que considere pertinentes. Además, puede finalizar su participación en cualquier momento del estudio sin que esto represente algún perjuicio para usted. Si se sintiera incómoda o incómodo, frente a alguna de las preguntas, puede ponerlo en conocimiento de la persona a cargo de la investigación y abstenerse de responder.

Muchas gracias por su participación.

Yo, **CHRISTIAN RIVEROS ARTIGA** doy mi consentimiento para participar en el estudio y soy consciente de que mi participación es enteramente voluntaria.

He recibido información en forma verbal sobre el estudio mencionado anteriormente y he leído la información escrita adjunta (de ser el caso que se haya proporcionado información escrita sobre la investigación). He tenido la oportunidad de discutir sobre el estudio y hacer preguntas.

Al firmar este protocolo doy consentimiento a la información brindada en la entrevista y sea usado solo para el fin que requiera el estudio.

Entiendo que puedo finalizar mi participación en el estudio en cualquier momento, sin que esto represente algún perjuicio para mí.

Entiendo que recibiré una copia de este formulario de consentimiento e información del estudio y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo comunicarme con **LOPEZ NUÑEZ VANESSA TATIANA** al correo (o al teléfono) **VANESSA.TATIANA.LOPEZ@GMAIL.COM** Y **968366696**.

CHRISTIAN RIVEROS ARTIGA



04/05/21

Nombre completo del (de la) participante

Firma

Fecha

Vanessa Tatiana Lopez Nuñez



04/05/21

Nombre del Investigador responsable

Firma

Fecha

Anexo 4. Ficha técnica de la Loma de Tacahuay



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

SERFOR
Servicio Nacional
Forestal y de Fauna
Silvestre

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Ficha Técnica de Campo

Ecosistema Frágil Loma Tacahuay

| | |
|-----------------------------------|--|
| Fecha de Evaluación | 16 y 17 de Octubre 2014 |
| Co-actores | - Gobierno Regional de Tacna - Gobierno Regional de Moquegua - Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua |
| Objetivo | - Verificar la presencia de patrimonio forestal y fauna silvestre del ecosistema Loma Tacahuay, en base al análisis de la biodiversidad, servicios ecosistémicos, y presencia amenazas antrópicas, para su inclusión en la lista sectorial de ecosistemas frágiles del MINAGRI. |
| Actividades | - Reunión de coordinación con el Gobierno Regional de Tacna y SIRECOM. - Reconocimiento preliminar de la Loma Tacahuay. - Determinación de límite de la cobertura natural de la Loma Tacahuay. - Evaluación de la riqueza específica de flora y avifauna de la Loma Tacahuay. - Determinación de presiones antrópicas y servicios ecosistémicos de la Loma Tacahuay. |
| Equipo Técnico | <u>Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR</u> • Daniel Ascencios Vásquez • Jael Odar Távora • Carmen Damian Espinoza <u>Gobierno Regional de Tacna</u> • Luis Jesús Aguilar Cruz <u>Sistema Regional de Conservación Moquegua -Gobierno Regional de Moquegua</u> • Carmen Chancayauri Vaca <u>Administración Técnica Forestal Moquegua-Tacna</u> • Julio Mamani Fernández • Rogelio Apaza Encinas • Luis Manuel García Vargas <u>Universidad Nacional Jorge Basadre</u> • Angel García Ninaya |
| Documentos de coordinación | - Oficio N°056-2014-MINAGRI-DGFFS/DGEFFS (Verificación del estado de conservación de los ecosistemas frágiles lomas costeras del departamento de Moquegua). |

Datos de Evaluación

| | |
|---------------------------------|---|
| Ubicación | • Departamento : Tacna-Moquegua • Provincia : Jorge Basadre, Ite, Ite • Distrito : Ite, Ite |
| Habitats presentes | - Cresta rocosa - Zona de cactáceas - Loma herbácea - Fondo de quebrada - Ladera rocosa |
| Riqueza de Especies | • Flora : 04 sp.(01 CR, 01 NT, 03 VU) • Avifauna : 21 sp. • Mamíferos : 02 sp.(01 DD) • Herpetofauna : 03 sp. |
| Información de sustento: | - Evaluación de campo conjunta SERFOR - Gobierno Regional de Moquegua - Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua. |

Avenida 7 N° 229, Rinconada Baja - La Molina - Lima
T: (511) 225-9005
www.serfor.gob.pe
www.minagri.gob.pe

Página 1 de 10



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

| Presiones Antrópicas | Magnitud | Duración | Extensión |
|---|--------------------------------|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Explotación de canteras Carretera carrozable Pastoreo de ganado Residuos sólidos | Alta Media Media Baja | Permanente Permanente Temporal Permanente | Casi total Casi total Casi total Local |

Información de sustento:
- Evaluación de campo del SERFOR - Gobierno Regional de Moquegua - Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua

| Servicios Ecosistémicos | Calidad | Cantidad | Uso Actual |
|---|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Educacional Provisión de Recursos Genéticos Alimento Turismo | Alto Media Nulo Baja | Media Alta Media Media | Nulo Nulo Nulo Bajo |

Información de sustento:
- Evaluación de campo del SERFOR - Gobierno Regional de Moquegua - Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua.

| Criterios para la Delimitación | |
|--|---|
| - El criterio de delimitación se basa en la existencia de cobertura natural característica de los hábitats de la Loma Tacahuay. La delimitación incluye todos los hábitats identificados que componen la loma costera. - La propuesta preliminar de delimitación está referenciada a proyección UTM, Zona 19 con Datum WGS 84, se proyectó en formato KML para su visualización en Google Earth. | |
| <p>Sector Norte</p> <ul style="list-style-type: none"> Cobertura vegetal Puntos de referencia <p>Sector Este</p> <ul style="list-style-type: none"> Cobertura vegetal Divisoria de vertiente <p>Sector Sur</p> <ul style="list-style-type: none"> Cobertura vegetal Divisoria de vertiente <p>Sector Oeste</p> <ul style="list-style-type: none"> Cobertura vegetal | <ul style="list-style-type: none"> Área: 11609.97 has. Perímetro: 49421.97 m Vértices: 10 precisión +/- 5 m. |





"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Vértices del Polígono

| Pt | Este | Norte |
|----|--------|---------|
| 01 | 265860 | 8038623 |
| 02 | 267800 | 8040619 |
| 03 | 271505 | 8042208 |
| 04 | 275279 | 8039468 |
| 05 | 279205 | 8036530 |

| Pt | Este | Norte |
|----|--------|---------|
| 06 | 282800 | 8033233 |
| 07 | 276391 | 8030442 |
| 08 | 273984 | 8030165 |
| 09 | 270767 | 8032163 |
| 10 | 267390 | 8036376 |

Análisis de Imagen Satelital

La delimitación de la cobertura vegetal se realizó en base a la interpretación visual, obtenida mediante imagen de satélite LANDSAT 8 OLI/TIRS ortorectificada y georeferenciada y descargada gratuitamente a través del servidor Earth Explorer operado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos USGS. Los límites de la cobertura vegetal fueron corregidos y ajustados con verificaciones en campo, realizadas en el periodo del mes de octubre del 2014.

Path: 03 Row: 72 Fecha de Toma: 14 Setiembre 2015 Combinación: 5-4-3





"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Puntos de Referencia

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|----------|--|
| 1 | 276365 | 6029633 | 205 msnm | Fondo de quebrada con presencia de solanáceas. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|---------|--------|----------|---|
| 2 | 6030479 | 277359 | 296 msnm | Fondo de quebrada con presencia de herbáceas. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|---------|--------|----------|---|
| 3 | 6031726 | 276619 | 192 msnm | Fondo de quebrada con presencia de herbáceas. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|---------|--------|----------|--|
| 4 | 6032677 | 276800 | 454 msnm | Fondo de quebrada con presencia de <i>Casaealpinia spinosa</i> . |
| | | | | |

Avenida 7 N° 229, Rinconada Baja - La Molina - Lima
 T: (511) 225-8005
www.serfor.gob.pe
www.minagri.gob.pe



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|---------|---------|----------|--|
| 5 | 8039076 | 2777003 | 605 msnm | Ladera con presencia herbácea y arbórea. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|---------|--------|----------|--|
| 6 | 8033749 | 277196 | 602 msnm | Ladera con fondo de quebrada con presencia de taras. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|----------|--|
| 7 | 277795 | 8033167 | 692 msnm | Ladera con presencia arbustiva y herbácea. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|----------|---|
| 8 | 277795 | 8033622 | 626 msnm | Ladera con presencia arbustiva, herbácea y arbórea. |
| | | | | |



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|----------|--|
| 9 | 277941 | 6033167 | 735 msnm | Ladera con presencia arbustiva y herbácea. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|---------|--|
| 10 | 279930 | 6032565 | 632msnm | Ladera con presencia herbácea y arbustiva. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|----------|--------------------------------|
| 11 | 276264 | 6033704 | 746 msnm | Ladera con presencia herbácea. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|----------|--|
| 12 | 276009 | 6034260 | 625 msnm | Ladera con presencia herbácea y arbustiva. |
| | | | | |

Avenida 7 N° 229, Rinconada Baja - La Molina - Lima
 T: (511) 225-8005
www.serfor.gob.pe
www.minagri.gob.pe



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|----------|--|
| 13 | 276252 | 6034517 | 907 msnm | Ladera con presencia herbácea y arbustiva. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|----------|--|
| 14 | 276540 | 6034035 | 264 msnm | Ladera con presencia herbácea y arbustiva. |
| | | | | |

| Pt | Este | Norte | Altitud | Descripción |
|----|--------|---------|---------|--|
| 15 | 266503 | 6033497 | 55 msnm | Límite de lomas con torres eléctricas. |
| | | | | |

Riqueza de Especies

| Flora Silvestre de Loma Tacahuay | | | | |
|----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|--------------|
| N° | Familia | Especies | Nombre común | Cat. Amenaza |
| 1 | Aizoaceae | <i>Tetragonia ovata</i> | | |
| 2 | Amaranthaceae | <i>Alternanthera halimifolia</i> | Hierba blanca | |
| 3 | Amaranthaceae | <i>Amaranthus hybridus</i> | | |
| 4 | Amaranthaceae | <i>Atriplex sp.</i> | | |
| 5 | Apiaceae | <i>Hydrocotyle bonariensis</i> | | |
| 6 | Asteraceae | <i>Bidens pilosa</i> | | |
| 7 | Asteraceae | <i>Flaveria bidentis</i> | | |

Avenida 7 N° 229, Rinconada Baja - La Molina - Lima
 T: (511) 225-9005
 www.serfor.gob.pe
 www.minagri.gob.pe



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

| | | | | |
|----|-----------------|--------------------------------------|------------------|----|
| 8 | Asteraceae | <i>Gomochaeta sp.</i> | | |
| 9 | Asteraceae | <i>Grindelia glutinosa</i> | | |
| 10 | Asteraceae | <i>Trixis cocalioides</i> | Trixis | |
| 11 | Boraginaceae | <i>Heliotropium curassavicum</i> | Cola de zorro | |
| 12 | Boraginaceae | <i>Tiquilia paronychioides</i> | | |
| 13 | Bromeliaceae | <i>Tillandsia capillaris</i> | | |
| 14 | Cactaceae | <i>Austrocylindropuntia subulata</i> | | |
| 15 | Cactaceae | <i>Browningia candelaris</i> | | VU |
| 16 | Cactaceae | <i>Corryocactus brachypetalus</i> | | |
| 17 | Cactaceae | <i>Corryocactus sp.</i> | | |
| 18 | Cactaceae | <i>Haageocereus sp.</i> | Cactus | |
| 19 | Cactaceae | <i>Neoraimondia arequipensis</i> | Gigantón | |
| 20 | Cactaceae | <i>Opuntia ficus-indica</i> | Tuna | |
| 21 | Cactaceae | <i>Cumulopuntia sphaericus</i> | | VU |
| 22 | Cactaceae | <i>Trichocereus sp.</i> | | |
| 23 | Caricaceae | <i>Carica candicans</i> | Mito | CR |
| 24 | Caryophyllaceae | <i>Spergularia sp.</i> | | |
| 25 | Chenopodiaceae | <i>Chenopodium ambrosioides</i> | | |
| 26 | Euphorbiaceae | <i>Croton alnifolius</i> | Crotón | |
| 27 | Euphorbiaceae | <i>Croton ruizianus</i> | | |
| 28 | Ephedraceae | <i>Ephedra americana</i> | Pinco | NT |
| 29 | Fabaceae | <i>Caesalpinia spinosa</i> | Tara | VU |
| 30 | Fabaceae | <i>Hoffmanseggia postrata</i> | | |
| 31 | Lamiaceae | <i>Marrubium vulgare</i> | | |
| 32 | Lamiaceae | <i>Salvia sp.</i> | Salvia rosada | |
| 33 | Loasaceae | <i>Nasa urens</i> | Ortiga negra | |
| 34 | Malesherbiaceae | <i>Malesherbia sp.</i> | | |
| 35 | Malvaceae | <i>Cristaria sp.</i> | | |
| 36 | Malvaceae | <i>Palaua dissecta</i> | Corilla | |
| 37 | Papaveraceae | <i>Argemone mexicana</i> | | |
| 38 | Poaceae | <i>Eragrostis peruviana</i> | | |
| 39 | Santalaceae | <i>Quinchamalium lomaie</i> | | |
| 40 | Solanaceae | <i>Lycopersicon chilense</i> | | |
| 41 | Solanaceae | <i>Lycopersicon peruvianum</i> | | |
| 42 | Solanaceae | <i>Nicotiana paniculata</i> | Tabaco | |
| 43 | Solanaceae | <i>Nolana arenicola</i> | | |
| 44 | Solanaceae | <i>Nolana jaffuelii</i> | | |
| 45 | Solanaceae | <i>Nolana johnstonii</i> | | |
| 46 | Solanaceae | <i>Nolana spathulata</i> | | |
| 47 | Solanaceae | <i>Nolana sp.</i> | | |
| 48 | Solanaceae | <i>Solanum americanum</i> | Hierba Mora | |
| 49 | Solanaceae | <i>Solanum multifidum</i> | Papita silvestre | |
| 50 | Solanaceae | <i>Solanum nitidum</i> | | |



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

| | | | |
|----|-------------|--------------------------|--------------|
| 51 | Solanaceae | <i>Solanum sp.</i> | |
| 52 | Verbenaceae | <i>Citharexylum sp.</i> | |
| 53 | Verbenaceae | <i>Lippia nodiflora</i> | Torre hembra |
| 54 | Verbenaceae | <i>Verbena litoralis</i> | Verbena |

Información de sustento:

- Evaluación de campo del SERFOR - Gobierno Regional de Moquegua - Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua.
- Evaluación de *Carica candicans* y *Weberbauerella bronngniartloides* del Ecosistema de Lomas del Desierto Costero de la Región Tacna. Paniagua, H.; Ignacio, J.; Silva, L. Proyecto Snp N° 46073. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. 2009

Avifauna de Loma Tacahuay

| N° | Familia | Especies | Nombre común |
|----|---------------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Gallinazo de Cabeza Roja |
| 2 | Accipitridae | <i>Circus cinereus</i> | Agulucho Cenizo |
| 3 | Accipitridae | <i>Geranoaetus polyosoma</i> | Agulucho Variable |
| 4 | Accipitridae | <i>Geranoaetus melanoleucus</i> | Agulucho de Pecho Negro |
| 5 | Burhinidae | <i>Burhinus superciliosus</i> | Huerequeque |
| 6 | Columbidae | <i>Metriopelia melanoptera</i> | Tortolita de Ala Negra |
| 7 | Columbidae | <i>Zenaida auriculata</i> | Tórtola Orejada |
| 8 | Strigidae | <i>Athene cunicularia</i> | Lechuza Terrestre |
| 9 | Apodidae | <i>Aeronautes andecolus</i> | Vencejo Andino |
| 10 | Trochilidae | <i>Rhodapis vesper</i> | Colibri de Oasis |
| 11 | Falconidae | <i>Falco sparverius</i> | Cernicalo Americano |
| 12 | Furnariidae | <i>Geositta cunicularia</i> | Minero Común |
| 13 | Furnariidae | <i>Geositta maritima</i> | Minero Gris |
| 14 | Tyrannidae | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Turtupilin |
| 15 | Tyrannidae | <i>Muscisaxicola maclovianus</i> | Dormilona de Cara Oscura |
| 16 | Hirundinidae | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | Golondrina Azul y Blanca |
| 17 | Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Cucarachero Común |
| 18 | Thraupidae | <i>Phrygilus alaudinus</i> | Fringilo de Cola Bandeda |
| 19 | Thraupidae | <i>Sicalis raimondii</i> | Chingüe de Raimondi |
| 20 | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Gorrión de Collar Rufo |
| 21 | Fringillidae | <i>Spinus magellanicus</i> | Jilguero Encapuchado |

Información de sustento:

- Evaluación de campo del SERFOR - Gobierno Regional de Moquegua - Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua.

Mamíferos de Loma Tacahuay

| N° | Familia | Especies | Nombre común | Cat. Amenaza |
|----|-----------|--------------------------|----------------|--------------|
| 1 | Canidae | <i>Lycalopex griseus</i> | Zorro gris | DD |
| 2 | Leporidae | <i>Lepus europaeus</i> | Liebre europea | |

Información de sustento:

- Evaluación de campo del SERFOR - Gobierno Regional de Moquegua - Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua.
- Evaluación de *Carica candicans* y *Weberbauerella bronngniartloides* del Ecosistema de Lomas del Desierto Costero de la Región Tacna. Paniagua, H.; Ignacio, J.; Silva, L. Proyecto Snp N° 46073. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. 2009



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

| Herpetofauna | | | | |
|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------|--------------|
| N° | Familia | Especies | Nombre común | Cat. Amenaza |
| 1 | Tropiduridae | <i>Microlophus tigris</i> | Lagartija tigre | |
| 2 | Tropiduridae | <i>Microlophus peruvianus</i> | Lagartija peruana | |
| 3 | Bufoidae | <i>Bufo sp.</i> | Sapo | |

Información de sustento:

- Evaluación de campo del SERFOR - Gobierno Regional de Moquegua - Administración Técnica Forestal Tacna-Moquegua.
- Evaluación de *Carica candicans* y *Weberbauerella bronhiarbiaoides* del Ecosistema de Lomas del Desierto Costero de la Región Tacna. Paniagua, H.; Ignacio, J.; Silva, L. Proyecto Snip N° 46073. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. 2009

Observaciones adicionales

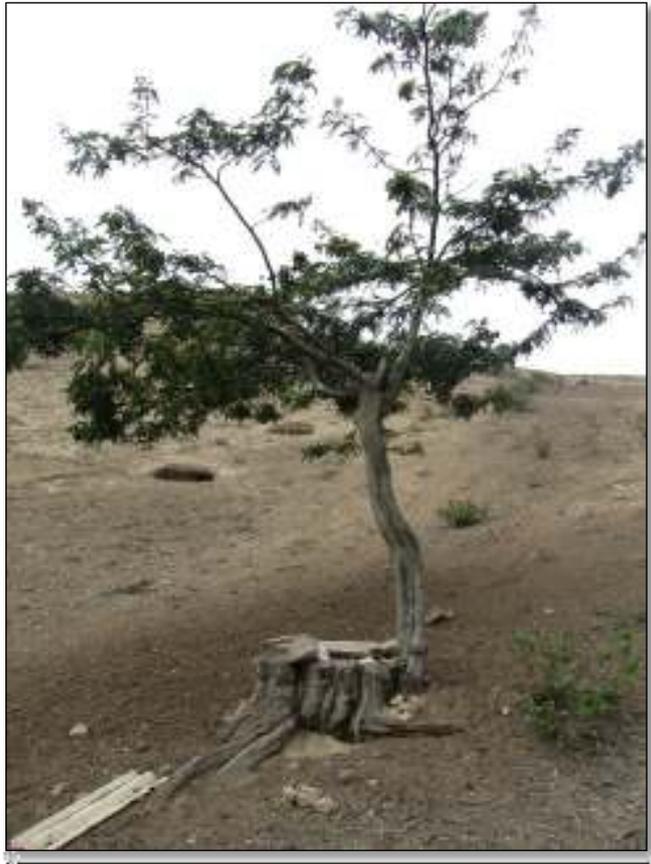
Información de sustento:

- La Loma Tacahuay se encuentra en los límites de los departamentos de Tacna y Moquegua.

Anexo 4. Panel fotográfico referencial.



Fotografías 1 y 2. Vista de la Loma de Tacahuay.



Fotografía 3. Árbol de tara en la Loma de Tacahuay.



Fotografía 4. Caseta del vigilante con panel informativo.



Fotografía 5. Atrapanieblas operativos.



Fotografía 6. Estación meteorológica de la Loma de Tacahuay.



Fotografía 7. Estanque artificial para el almacenamiento de agua.



Fotografía 8. Atrapanieblas dañados por los vientos.



Fotografía 9. Tanque de almacenamiento de agua captada por los atrapanieblas.