

Aplicaciones Móviles para Calcular Volumen del Agua Recolectada por Atrapanieblas, Zona 9 de Lima-Perú

Luis Humberto Manrique Suarez¹

lmanrique@unfv.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-5694-5279>

Universidad Nacional Federico Villarreal
Perú

Nancy Alejandra Ochoa Sotomayor

nochoa@unfv.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-6190-3404>

Universidad Nacional Federico Villarreal
Perú

Héctor Gavino Salazar Robles

hsalazar@unfv.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-5241-9514>

Universidad Nacional Federico Villarreal
Perú

Edward José Flores Masías

eflores@unfv.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-8972-5494>

Universidad Nacional Federico Villarreal
Perú

RESUMEN

En la zona 9 de Lima Metropolitana, en el distrito de Pachacámac el 40.7 %, Lurín 19.7 %, Villa María del Triunfo 14.7 % y Villa El Salvador con 3.7 % de las viviendas carecen de agua de la red pública. El objetivo de nuestro trabajo de investigación fue calcular el volumen del agua recolectada por atrapanieblas mediante aplicaciones móviles como medio de mitigar la escasez de agua; además determinar el mejor modelo entre cilíndrico, semiesférico y semielíptico; ahorro generado mediante el autoconsumo de agua obtenida y como mejoró la visión ornamental en la zona 9 de Lima Metropolitana mediante aplicaciones móviles; la investigación es no experimental, con enfoque cuantitativo de tipo descriptivo – explicativo, se empleó el método analítico-sintético; del universo de viviendas de la zona 9, se determinó el tamaño de muestra con el método del coeficiente de variación, ($n= 167$), el instrumento utilizado fue la encuesta; luego de la evaluación del volumen de agua, utilizando la aplicación móvil geogebra de los tres modelos de atrapanieblas resulta más eficiente el modelo semielíptico por captar mayor volumen mensual equivalente a 7600 litros al mes en comparación a los otros dos modelos que obtienen un volumen de 3452 litros al mes. De acuerdo al volumen captado por el modelo semielíptico y relacionando con los datos de la tabla 8 que indica la cantidad y frecuencia de agua comprada se evidencia que a las familias les resulta ventajoso instalar atrapanieblas porque con la captación de agua de obtendrían ahorros significativos en bien de su economía. Asimismo, al instalarse los atrapanieblas de diferentes diseños y colores se tendría una mejor visión panorámica, convirtiendo a la zona en un inmenso mural, contribuyendo a la atracción turística como parte de un propósito de crecimiento colectivo y prosperidad, en base a la promoción de un sentido de orgullo y pertinencia.

Palabras clave: atrapanieblas; neblina; población vulnerable; agua; eficiencia.

¹ Autor principal

Correspondencia: lmanrique@unfv.edu.pe

Mobile Applications to Calculate Volume of Water Collected by Fog Catchers, Zone 9 of Lima-Perú

ABSTRACT

In zone 9 of Lima-Peru, it has been identified that in several districts there are homes that lack water from the public water and sewage network, for example, the district of Pachacámac 40.7%, in the district of Lurín 19.7%. in Villa María del Triunfo 14.7% and in Villa El Salvador 3.7%, not being able to connect to the public water and sewage network. The objective of this research was to calculate the volume of water that can be collected by fog catchers through mobile applications as a means of mitigating water scarcity, for which the best model was determined between the cylindrical, hemispherical and semi-elliptical, generating savings. through self-consumption of water obtained and in the same way, improve the ornamental vision in zone 9 of Metropolitan Lima through mobile applications. The research is non-experimental, with a descriptive and explanatory quantitative approach, the analytical-synthetic method was used; of the universe of homes in zone 9, the sample size was determined with the coefficient of variation method, (n= 167), the instrument used was the survey; After evaluating the volume of water, using the Geogebra mobile application of the three fog catcher models, the semi-elliptical model is more efficient because it captures a greater monthly volume equivalent to 7,600 liters per month compared to the other two models that obtained a volume of 3,452. liters per month. According to the volume captured by the semi-elliptical model and its relationship with the data on the quantity and frequency of water that is purchased for consumption, it is evident that families find it advantageous to install fog catchers because with the water collection that they would obtain, They can have significant savings for the good of their economy. Likewise, by installing the fog catchers in different designs and colors, you would have a better panoramic view, turning the area into an immense mural, contributing to the tourist attraction as part of a purpose of collective growth and future prosperity, based on the promotion of a sense of pride and relevance.

Keywords: *fog catcher; fog; vulnerable zone; water; efficiency.*

Artículo recibido 16 agosto 2023

Aceptado para publicación: 28 setiembre 2023

INTRODUCCIÓN

El agua es un bien esencial para la vida y el progreso económico de las poblaciones, es un recurso limitado que existe en nuestro planeta, estimada en 1400 millones de km³. El mayor porcentaje: 97,2% es agua salada, de muy poca utilidad para los habitantes; un 2,15 % se ubica en los glaciares y las capas glaciares. El remanente es agua dulce superficial (representa unos 136.000 km³, menos del 0,7%) y subterránea. La mayor parte del agua restante está retenida en los casquetes de hielo de la Antártida o bajo tierra, dejando menos del 1% utilizable para uso del hombre en lagos y ríos de agua dulce, (Grueso-Domínguez et al., 2019).

El agua es un recurso único e insustituible, cada vez más limitado, Naciones Unidas estima que siete mil millones de personas sufrirán de escasez de agua en 2030. De acuerdo al Informe Anual del año 2015, procesado por la Comisión Internacional de Derechos Humanos (CIDH), precisa que un 20% no cuentan con agua potable de un total de 580 millones de habitantes de América Latina y de América Central, y casi el 30% de las aguas servidas no se reciclan adecuadamente, lo que contribuye a la muerte de 34 de cada 1000 niños por no tener agua debidamente tratada; asimismo, estima que alrededor de 100 millones de personas, se ubican en lugares que cuentan con poco o ningún servicio de agua adecuada para su supervivencia (ONU, 2021).

Las zonas del mundo con más disponibilidad de agua son América Latina y el Caribe, se calcula aproximadamente un promedio 24,400m³ per cápita (puede variar notablemente de un país a otro). Por ejemplo, en México el 40% de las aguas son sobreexplotadas por bombeo; es decir a un ritmo superior de la capacidad de recarga natural de los acuíferos. Los países con más depósitos de agua subterránea (acuífero de Guaraní con una extensión de 195,700 Km²) son: Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina con una capacidad de almacenamiento de 40,000 Km³ suficientes para 360 millones de habitantes. Asimismo, cuenta con dos cuencas hidrográficas: la del Amazonas (caudal promedio 212,000 m³/s) y de la Plata (42,400m³/s). Brasil posee 53% de las aguas de América del Sur y el 13.8% del total de las aguas dulces del planeta, (Gómez, y Quinteros, 2020).

Nieves y Barrera (2020), afirman que a nivel mundial se realiza una recolección del agua mediante ciertos procedimientos tales como almacenamiento de agua de las lluvias, reservas en pozos, por sistemas de goteo y de filtración, entre otros, otorgando cierto análisis mediante aplicativos que buscan

dar una mayor solución a dicho procedimiento. Cuando algunos abastecimientos llegan a su límite de capacidad, la recolección de agua obtenida de la atmósfera genera una amplia importancia tecnológica. La Constitución Política del Perú (1993) mediante la Ley 30588, artículo 7° dice que el agua es un derecho fundamental del ser humano que se encuentra debidamente validado por organismos internacionales, en América Latina y en el Perú hay escasez de agua lo que impacta sobre todo a poblaciones frágiles como son los niños las cifras que sustentan esta afirmación son preocupantes.

Aquellas poblaciones dan por hecho su existencia a determinadas situaciones, donde el tener agua para sus respectivos consumos a diario es una forma de sobrevivir adecuadamente, añadiendo a la utilización de ciertos recursos de la naturaleza beneficiando así una determinada fuente de alimentación. Una característica muy importante son las presencias de nieblas, lo que ha podido permitir aquellas existencias tanto en el ámbito ecosistémico, siendo la base principal el agua, proveídas por las abundantes nieblas de la costa (Madariaga, 2017).

En muchos países generarían una buena rentabilidad económica para la población, dando lugar el autodesarrollo constructivo para una implementación positiva. Se ha tenido en cuenta distintos factores lo que a corto y largo plazo generaría una calidad de vida sostenible donde la información de datos sea accesible en su adecuado uso final (Jiménez, 2016).

Según Toledo (2017), las nuevas formas de obtener agua cada día van en aumento en distintas partes del mundo, lo que resulta ser de gran importancia crear nuevas opciones ante la escasez de agua, siendo una gran exigencia para la sobrevivencia humana.

La población se ve afectada con estos climas muy fríos, por otro lado, cuentan con una fuente primordial que lamentablemente no siempre es reutilizable como es el caso de la niebla. Se puede fomentar ciertos instrumentos que otorguen una mejoría a través de atrapanieblas que positivamente puede servir de gran valor para ciertas poblaciones afectadas (Cieza, 2019).

Nuestro país está considerado dentro de los 20 países más ricos del mundo en agua, pero este recurso no está distribuido de manera homogénea a lo largo de nuestro territorio, más del 70% habitantes viven en la costa peruana, solo el 1.8% del total cuentan con agua. La ONU afirma que las urbes que tienen por debajo de 1 700 m³ de agua por habitante al año, pasan situación de escasez hídrica. (OXFAM, 2022).

Lima es la segunda capital en el mundo ubicada en un desierto, anualmente solo llueve 9 milímetros, aproximadamente 1.5 millones de ciudadanos no cuentan con acceso a agua potable ni alcantarillado. Las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín abastecen a la ciudad de Lima de agua. Hay una marcada disparidad entre la zona urbana y periurbana, los pueblos jóvenes y pequeños asentamientos humanos no cuentan con agua, ni desagüe, hay sobre explotación y contaminación de cuencas, mala gestión de las autoridades. (OXFAM, 2022).

Correa y Ramírez, (2020) realizaron un análisis sobre la cantidad de neblina en la zona alta de Ticlio Chico donde el invierno se apodera de las familias más vulnerables de la zona, motivo por el cual un grupo de especialistas están desarrollando proyectos relacionados a atrapanieblas, para captar el agua de las intensas neblinas que cubre la mayoría de las casas

En consonancia con Gómez y Quinteros (2020) estudian los atrapanieblas siendo dispositivos que hacen posible atraer gotas de agua por medio de las nieblas a través de hilos demasiados finos enlazados a bastidores especialmente de forma rectangular permaneciendo de manera sólida quedando adheridas por determinados filamentos. Analizan mecanismos económicos con respecto al funcionamiento que permite usar el agua de neblina para cubrir necesidades básicas, en especial orientado a lugares de poca disponibilidad de agua en donde se cumplen las condiciones geográficas y climáticas. Concluyen que la calidad del agua no está lista para el consumo directo de la población, pero se puede utilizar muy bien en la lavadora, limpieza de la casa, lavado de vajillas, inodoro y riego. Recomiendan utilizar los atrapanieblas recolectadas en reservorios utilizados en la siembra, consumo de animales, recuperación de la flora nativa, usos turísticos y recreacionales, uso para el sector agroindustrial entre otros.

Conforme Pascual (2019) realizó un análisis y evaluación de la eficacia de cómo captar el agua por sistemas atrapanieblas con el fin de buscar las variables de la gestión hídrica para un uso alternativo a las dificultades de la comunidad, en Cerro Verde del distrito de Chosica, Lima. Utilizó métodos meteorológicos que fue dividido en 3 etapas, primero el análisis y la identificación del tiempo que tarda, luego se implementó los prototipos en forma de mallas como atrapa nieblas y finalmente se evaluó la relación de la recolección hídrica con diferentes variables tanto independientes e intervencionistas (varios factores), lo cual se realizó desde mayo hasta setiembre del 2019. Concluyó otorgando condiciones de temperatura, en este caso fue estable que varía entre 11°C y 13°C predominando una

velocidad de 3.5 m/s y la humedad oscila a 89%. El rendimiento regular está bajo 600 msnm, el prototipo obtuvo 17,2 l/d de agua, mientras que en otra muestra se obtuvo 6.3 l/m², este último en altura de 630 msnm. También se hizo otros estudios para corroborar que no se tenga errores mediante una fórmula observando que en el mes de junio la eficiencia es 21 l/día y un aumento en setiembre. Recomendó la importancia de este método de obtener agua que puede ser usada como una fuente en los riegos, cálculo para determinados reservorios de agua mediante aplicaciones móviles dando uso a la comunidad y temas de restauración de zonas naturales, entre otros.

Existe un centro poblado llamado Chota, donde se desea diseñar un proyecto para analizar y dar como respuesta el cálculo de áreas y de modelos variados de atrapanieblas, con ese mismo análisis también se pretende obtener el volumen de los reservorios de recolección de agua. Así mismo, estos datos darían cuenta de las necesidades de la población (Huertas y Molina, 2016)

El uso de aplicaciones móviles permite a ciertas autoridades poder emplear cálculos de volumen en cuestión de recolección de agua por atrapanieblas lo que permite tener una información detallada de cuántos reservorios de agua se podría obtener a diario (Amaya et al., 2017). Según Antara y Márquez (2020) se abordaron temas de acuerdo a una revisión teórica sobre la problemática planteada en el proyecto sustentado, empezando por otorgar una gran importancia al agua y abordando diversos puntos como por qué se escasea, una visión del agua a futuro, que llegaría a ser la niebla, beneficios de los bosques de niebla, técnicas a nivel nacional para obtener agua de la atmósfera, herramientas y aplicaciones móviles que ayuden a calcular los recipientes mediante la recolección de agua causado por lluvia y consecuencias de la niebla. Consideran que el atrapanieblas sería de gran ayuda como manera de poder aprovechar la humedad del clima y atenuar una baja temperatura, produciendo recursos hídricos por llevar agua de forma horizontal. Se realiza una retención de las gotas de agua que contiene neblina y por ende se brinda agua a las plantas a través del alto contenido de humedad que transporta. Finalmente, se demuestra que la niebla puede brindar agua para consumo humano a poblaciones cercanas a la costa y la crianza de animales.

El presente proyecto se justifica porque el uso de aplicaciones móviles permite realizar cálculos rápidos del volumen recolectado de agua por atrapanieblas lo que permite tener una información detallada de que cantidad de agua se puede obtener a diario por cada tipo de atrapanieblas (Amaya et al., 2017). Los

atrapanieblas son de gran utilidad para aprovechar la humedad del clima y atenuar una baja temperatura, produciendo recursos hídricos a fin de evitar: enfermedades, falta de higiene, escasez de alimentos, falta de flora-fauna y gasto por compra de agua.

Los resultados obtenidos serán de utilidad para futuras investigaciones, permitirán estimar la cantidad de agua que se recolecta, que servirán de base para desarrollar nuevos proyectos relacionados, como: irrigación de cultivos, recuperación del medio ambiente en tierras áridas, además podría ser inyectado en el terreno para alimentar los mantos freáticos y recuperar áreas sin vegetación, esta técnica de obtención de agua, por ser económico, fácil de construir fomenta la participación de la comunidad y se alinea con los objetivos del desarrollo sostenible de la ONU.

Como factores limitantes al desarrollar el proyecto de investigación se encontraron entre otros: desconocimiento de las aplicaciones móviles, resistencia al cambio, desconfianza en brindar información, dificultad en el acceso y seguridad.

Según Sánchez (2018) sostiene que captar aquel recurso hídrico como el agua a través de atrapanieblas se convertiría siendo una alternativa de sobrevivencia para los pobladores de Ticllo chico, además dicha implementación ha tenido una gran acogida requiriendo una mayor dedicación y compromiso del Gobierno pudiendo realizar todo el proceso relacionado al mantenimiento de atrapanieblas. Denota que el empleo de atrapanieblas es una alternativa que genera menor gasto haciendo así que más gente apueste por este proyecto y a la vez creando una cultura del agua, identidad y conciencia por el medio ambiente. Concluye que el compromiso de la comunidad frente a estos problemas de agua, humedad, enfermedades respiratorias, etc., motiva que investigadores, y estudiantes realicen trabajo de campo para poder obtener y plasmar las necesidades de la comunidad, haciendo uso de estrategias de aprendizajes móviles planteados para confirmar su efectividad. Concluye y recomienda que para un mejor estudio del proyecto realizado es esencial el uso de los Software aplicativos MathWare conformado por herramientas como Geogebra 3D, Demos Calculador, Wólfram Alpha y Symbolab, ayudando a resolver los diferentes problemas, teniendo así una mayor capacidad en el estudio, que refuerza el enfoque de aplicación móvil de las matemáticas en la ingeniería ambiental.

El objetivo general de la investigación fue calcular el volumen del agua recolectada por atrapanieblas mediante aplicaciones móviles como medio de mitigar la escasez de agua en la zona 9 de Lima

Metropolitana. Además, se determinó el mejor modelo de atrapanieblas entre casero, cilíndrico e hiperbólico; cuanto de ahorro se generó mediante el autoconsumo de agua obtenida a través del atrapanieblas y como mejoró la visión ornamental en la zona 9 de Lima Metropolitana mediante aplicaciones móviles

Aplicaciones móviles:

Una aplicación móvil, llamada app móvil, está diseñada para utilizarse en un instrumento móvil, que puede ser un teléfono inteligente o una tableta, pudiéndose acceder a los datos, las aplicaciones y los dispositivos desde cualquier lugar. Como ejemplos de aplicaciones móviles pueden ser: mapas de navegación, búsqueda, juegos, mensajería, educación, aplicaciones corporativas y facilitan a los usuarios elegir las funciones que deben tener sus dispositivos. (Enríquez, 2013).

Entre algunos de los aplicativos móviles, tenemos:

Wólfram Alpha

Wólfram Alpha es una herramienta para el cálculo o resolución de gráficos que ha sido desarrollado en Wólfram Workbench mediante un lenguaje matemático. Cumple la función de componer un sistema de álgebra computacional para poder trabajar con expresiones numéricas. El detalle de este programa que depende de una conexión a la red de internet para obtener respuestas inmediatas.

Se otorga una explicación sobre el software Wólfram Alpha, definiéndolo como un servicio en línea para la búsqueda de respuestas cuyo método se basa desde la introducción de información básica hasta la devolución de resúmenes en conocimientos avanzados. Esta herramienta puede desarrollarse en muchos ámbitos y con respecto a Matemáticas se encienden temas de Álgebra, Geometría y Cálculo (Resende y Martins, 2018).

Geogebra 3D

Este software matemático conlleva a describir principalmente aquellas herramientas móviles y las bondades que cada una de aquellas personas otorgan en aquel campo de estudio donde lo realizan ya sea en proyectos, educación universitaria, siendo así que sea un aprendizaje más sencillo y útil actualmente.

Se desarrolla un determinado estudio de cómo utilizar el software Geogebra 3D para aquella enseñanza en el tema de cálculos de superficies dirigidos a estudiantes universitarios. Se tiene como finalidad

proporcionar aquellas herramientas que puedan ayudar a la enseñanza de dicho tema, evidenciando así que el Geogebra es de mucha utilidad al momento de efectuar ciertos cálculos matemáticos, recomendando así que varias universidades del Perú deben impulsar a la utilización de este software para así poder emplear de manera didáctica y sencilla el Geogebra 3D.

Desmos calculator

La principal función del Desmos calculator es la de brindar una calculadora gráfica virtual, que permite realizar diferentes cálculos realizado con la calculadora gráfica, añadiendo más funciones lo cual emplea una forma más dinámica de desarrollar ciertos ejercicios como tabla de valores ajustando así una línea a ciertos conjuntos de datos y controles que deslizan a desarrollar y crear ciertos gráficos.

Este simulador trae consigo una pantalla de forma gráfica permitiendo una adecuada simulación hacia cualquier tipo e función otorgando un comportamiento en un plano según dado el valor de cada variable dada. Después de hacer continua esos gráficos y analizando funciones o tabla de gráficos, este simulador es la mejor aplicación que genera un tiempo máximo usado obteniendo una nueva metodología de aprendizaje de cierta materia educativa.

Symbolab

Esta aplicación Symbolab tiende a utilizar algoritmos matemáticos otorgando un aprendizaje de manera automática, proporcionando así ciertos resultados de una búsqueda con mayor importancia siendo similares en teorías y semántica. No patenta ser similar solo en apariencia, sino que esta aplicación otorga un ofrecimiento con mejores y fructíferos resultados que otras aplicaciones porque beneficia mediante la consulta detrás de un cierto símbolo para poder así obtener una respuesta dada. Un factor muy importante es que, al ser una aplicación gratuita, requiere mucha atención al momento de efectuar algún calculo siendo una gran herramienta ya que contiene muchos ejemplos buenos estratificado por temas y subtemas. (Reyes, 2020).

Microsoft Mathematics 4.0

Microsoft matemático ofrece un conjunto de herramientas matemáticas que están diseñadas para ayudar a los estudiantes en áreas de matemáticas, ciencia y tecnología. Este simulador conlleva a describir principalmente aquellas herramientas móviles y las bondades que cada una de aquellas personas otorgan en aquel campo de estudio donde lo realizan ya sea en proyectos, educación universitaria, siendo así

que sea un aprendizaje más sencillo y útil actualmente. Se desarrolla un determinado estudio de cómo utilizar este simulador para aquella enseñanza en el tema de cálculos matemáticos dirigidos a estudiantes universitarios. Después de hacer continua aquellos gráficos y analizando cálculos matemáticos, este simulador es la mejor aplicación que genera un tiempo máximo usado obteniendo una nueva metodología de aprendizaje de cierta materia educativa.

Maple

Es un sistema de simulación web que hace el proceso educativo más interactivo, ayudando al estudiante no solo en conocimiento sino también en experiencia; siendo altamente aceptado por los estudiantes y docentes que lo usan, por los beneficios de aprendizaje. cómputo técnico esencial para matemáticos, científicos e ingenieros de hoy en día. Ofrece el más amplio y profundo desarrollo para manejar todo tipo de matemáticas, combina el motor de computación matemático más poderoso del mundo con la interfaz intuitiva, en esta versión de más potente software de cálculos matemáticos tenemos la posibilidad de manejar álgebra, cálculo, álgebra lineal, cálculos vectoriales, programación visualización de gráficos en 2D y 3D. Maple es una herramienta fundamental en el área espacial dos tipos de ingeniería como la ingeniería química, ingeniería civil, ingeniería eléctrica o mecánica, dinámica de fluidos y más.

Mathway

Es una aplicación matemática online que resuelve situaciones matemáticas de diversos tipos como álgebra, cálculo, e incluso química. Una vez se agrega aquellos datos, otorga una solución, así como graficando imágenes en otros casos. Esta herramienta también se usa como calculadora y editor matemático de fórmulas, no se necesita instalar ningún software, ni registrarse para su uso, es limpia y sencilla comparada con otro software móvil.

Atrapanieblas

El atrapanieblas, es un método usado para recoger las chispas acuosas milimétricas que posee la bruma para convertirlo en agua para el uso diario, es un método alternativo de solución al problema de deficiencia de agua total o parcial. La finalidad del atrapanieblas es obtener de las micropartículas de agua de la niebla se depositen en los paneles para que se transformen en gotas de agua, estas caen por gravedad y se recolectan. En una noche, un m² de las mallas de atrapanieblas podrían atraer en promedio

4 litros de agua de acuerdo a la humedad del lugar, llegándose a obtener diariamente alrededor de los treinta litros.

Los atrapanieblas son estructuras de paneles con forma de malla, con formas de acuerdo al diámetro de los agujeros por donde el agua se filtra, de acuerdo al material varía el tamaño. Los paneles es conveniente ubicarlos en falda de cerros o sitios elevados por donde el aire tiene más velocidad entre 300 y 800 metros por encima del nivel del mar. (Fundacion Aquae, 2022)

Tipos

- a) Atrapanieblas Bidimensional: Es un invento para atraer artificialmente situado perpendicularmente en sentido del viento preponderante. Hay variedades, simples unimodulares o de varios módulos enlazados, cuyas longitudes serán variables de acuerdo al croquis o plano o al volumen de agua que se desea conseguir, teniendo en cuenta la firmeza de la estructura. (Vistin, 2014). Mayormente los atrapanieblas asentados en el orbe están fundamentados en estructuras bidimensionales como se aprecia en la Figura 9, donde se instala la malla preferentemente tipo Rachel extendido entre dos puntales incrustados en la superficie. (Cereceda et al., 2018).
- b) Atrapanieblas Tridimensional: Se utilizan en menor escala y mayormente se producen en forma comercial o vinculados a proyectos experimentales o de innovación con la finalidad de progresar en el rendimiento de la colección del agua y aumentar la firmeza estructural ante los vientos. (Cereceda et al., 2018); además están proyectados para ser establecidos en sitios con nieblas multidireccionales, mostrándose diferentes frentes con áreas de colección del agua de niebla.
- c) Para captar agua en atrapanieblas existen tres elementos: los atrapanieblas, un sistema de conducción del agua y una técnica de acarreo hacia la población consumidora. Además, es una malla que atrapa las gotitas de agua de niebla, un armazón que sostiene y una canaleta en la parte inferior de la malla, hacia la cual el agua escurre por gravedad, y está formado por un sistema de postes que soporten cables y postes, una malla, una canaleta para recibir el agua en un estanque y otra cañería para llevar el agua para el consumo final. (J. D. Rivera, Proyectos atrapanieblas) del Libro Agua Niebla

- d) Es una nube a la altura de la superficie; compuesta de diminutas gotas de agua (menores de cuarenta micrones) que no pueden caer por su insuficiente peso, quedando detenidas o colgadas en el aire y trasladadas por el viento. Del mismo modo, como las plantas u otros obstáculos captan esta agua, los atrapanieblas están bosquejados, cuando al pasar la masa nubosa por las redes, estas gotas permanezcan detenidas en las redes que los constituyen, (Cereceda et al., 2018)

Está conformada por un tejido de finos hilos de polipropileno; se fabrican en diferentes densidades (35% - 95%) que indica el porcentaje de sombra que origina la malla. Para captar niebla se utiliza aquella que tenga densidad 35%, presentando alto rendimiento, ya que posibilita el transporte de mayor flujo de viento e impregna mayor volumen de agua.

Asimismo, el diámetro del filamento afecta la eficiencia de evacuación de las gotas de niebla y del drenado. Los filamentos más tenues facilitan la evacuación de las gotas, aumentando el bloqueo de las aperturas entre filamentos. El diámetro óptimo de filamentos es más pequeño que no produce bloqueo de las aberturas. Para el polietileno corriente, el diámetro óptimo es del orden de 1 mm. Soriano, (2015),

METODOLOGÍA

La investigación es no experimental, pues “se observan circunstancias existentes, ocurridas de forma aleatoria, de tipo transeccional con la finalidad de especificar variables, estudiar la ocurrencia y su correspondencia, en un tiempo dado” (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p.152-154).

La investigación presentó un enfoque cuantitativo, pues a decir de Klimovsky (2011), su análisis se basa en aspectos observables y medibles mediante pruebas estadísticas. Agrega el autor que, está basada en recolectar datos para responder al problema de investigación, utilizando herramientas estadísticas para distinguir el valor del supuesto.

La investigación desarrollada fue de tipo descriptivo – explicativo, descriptivo: al buscar reconocer cómo perciben las personas calificadas como potenciales consumidores en un mercado objetivo y explicativo pues intentan explicar por qué ocurren o por qué las variables están relacionadas (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Se empleó el método analítico-sintético; a decir de Bernal (2010) inicia con la descomposición del objeto de estudio para examinarlas individualmente y luego se incorporan para examinarlas de forma holística e integral.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó la población total y el número de viviendas de la zona 9 (Villa El Salvador, Villa María del Triunfo, Lurín, Pachacámac), (APEIM, 2021). Luego procedemos a analizar el número de viviendas con las diferentes formas de abastecimiento de agua, como se observa en la Tabla 1. Además, se puede observar que el total de viviendas es de 227,682 de la zona 9, de las cuales el 78.66% cuentan con agua por red pública domiciliaria y el 2.54% con pozo (agua subterránea). Por otro lado, el 14.34 % no tienen agua por red pública y el 4.46% tiene agua por pilón o pileta de uso público.

Tabla 1

Número de viviendas de la zona 9 de Lima Metropolitana 2021

Zona 9	Total, Viviendas Particulares	Con agua por red pública domiciliaria	Pilón o pileta de uso público	Pozo (Agua subterránea)	No tiene agua por red pública
Pachacámac	28149	14112	346	2242	11449
Lurín	21937	12526	2380	2728	4303
Villa María del Triunfo	93821	73746	5808	501	13766
Villa El Salvador	83775	78701	1622	318	3134
Total	227682	179085	10156	5789	32652
%	100	78.66	4.46	2.54	14.34

Fuente: INEI – Estimaciones y proyecciones de población en base al Censo 2017-
Elaboración: Departamento de Estadística- CPI

Tabla 2

Porcentaje de viviendas que no tienen agua (Sobre su distrito y sobre el total de la zona 9)

Zona 9	Total, Viviendas Particulares	% sobre su distrito	No tiene agua por red pública	% sobre el total de la población
Pachacámac	28149	40.7	11449	5.03
Lurín	21937	19.6	4303	1.89
Villa María del Triunfo	93821	14.7	13766	6.05
Villa El Salvador	83775	3.7	3134	1.38
Total	227682		32652	14.34

Fuente: INEI – Estimaciones y proyecciones de población en base al Censo 2017-
Elaboración: Departamento de Estadística- CPI

La población objetivo de la presente investigación se centra en el 14.34 % de la totalidad de viviendas de la zona 9 (Tabla 2), que representa a 32,652 viviendas que no tienen agua por red pública. Comparando sobre el total de la población de la zona 9, el distrito de Villa María del Triunfo con un 6.05% y Pachacámac con 5.03 % tiene mayor porcentaje de viviendas que no tienen agua por red pública. Asimismo, comparando dentro de su distrito, Pachacámac tiene un 40.7%, Lurín con 19.6%, Villa María del Triunfo con 14.7% y en menor porcentaje Villa El Salvador con un 3.7%

Analizando la población y hogares en la zona 9, como se observa en la Tabla 3, determinamos que el promedio de personas que hay por hogar es de 4.09 por los métodos de la media armónica (MH) y media aritmética (MA). En forma similar calculamos que la media de habitantes por vivienda es de 4.75

Tabla 3
Población, viviendas y hogares de la Zona 9 (miles)-2021

Zona 9	Población	Hogares	MH	MA	Total de viviendas	MA	MH
Pachacámac	122.4	31.7	0.26	3.86	28149	4.35	0.23
Lurín	99.2	25.0	0.25	3.97	21937	4.52	0.22
Villa María del Triunfo	452.1	110.1	0.24	4.11	93821	4.82	0.21
Villa El Salvador	446.2	101.0	0.23	4.42	83775	5.33	0.19
Total	1119.9	267.8	0.98	16.36	227682	19.02	0.85
			4.08	4.09		4.75	4.73

Fuente: INEI – Estimaciones y proyecciones de población en base al Censo 2017-
Elaboración: Departamento de Estadística- CPI

En la zona 9, la distribución de las personas y hogares por Nivel Socioeconómico de la Tabla 4, se puede observar que el Nivel C tiene el mayor porcentaje en personas con un 54.8 % y a nivel de hogares el 51.1 %, el nivel D tiene en personas un 28.2 % y a nivel de hogares el 30.8 % y en el nivel E tiene en Personas un 5.7 % y a nivel de hogares el 7.4 %. Esto nos indica, que en los Niveles C, D y E suman un total del 88.7 %, a diferencia del Nivel B que solo tiene el 11.3 y ninguno en el Nivel A.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó el método del coeficiente de variación (CV), siendo el universo de las viviendas de la zona 9, 227,682, con un nivel de confianza del 95% y una precisión estadística del 5%. Ortúzar (2016),

$$N = \frac{CV^2 Z^2}{E^2} = \frac{(0.33)^2 (1.96)^2}{(0.05)^2} = 167$$

La unidad de análisis son las viviendas de la zona 9 de Lima Metropolitana, de los niveles socioeconómicos C, D y E, que no cuentan con agua por red pública; para elevar la calidad de vida ante la escasez de agua y pobreza lo que se observa por su precariedad y mayormente adquieren agua de cisternas con un alto costo.

Para Palomino et al (2018), la técnica de investigación “es la forma de ejecución utilizado por el investigador, a fin de recolectar los datos e información referente. La presente investigación utilizó la técnica de encuesta” (p. 155). A decir de Rosendo, (2018), en la investigación de mercados se aplica la técnica de encuesta, de la cual se obtiene información suficiente para identificar y cuantificar el segmento del mercado objetivo (p.35).

Se aplicó el muestreo estratificado que consiste en seleccionar viviendas de cada distrito de acuerdo a la cantidad de viviendas que no cuentan con red pública de agua, y luego se aplicó el muestreo por conglomerado para la selección de la vivienda. La muestra obtenida de 167 viviendas calculó de manera estratificada de las 32,652 viviendas que no cuentan con red pública de agua.

Para Palomino et al (2018), la técnica de investigación “es la forma de ejecución utilizado por el investigador, a fin de recolectar los datos e información referente. La presente investigación utilizó la técnica de encuesta” (p. 155). A decir de Rosendo, (2018), en la investigación de mercados se aplica la técnica de encuesta, de la cual se obtiene información suficiente para identificar y cuantificar el segmento del mercado objetivo (p.35).

La presente investigación utilizó un instrumento cuestionario, enmarcado en una aplicación web (navegador), de tipo forms (formulario) de Google, en cuyo contenido se presentó las indicaciones, preguntas y alternativas de respuestas a completar por los encuestados que fueron los jefes de familia de las viviendas seleccionadas.

La recolección de los datos permitió conocer la modalidad de adquisición de agua, si es de cisterna de Sedapal o de terceros, frecuencia compra, volumen y gasto realizado por adquirir agua. De las 167 encuestas realizadas en los diferentes lugares de la Zona 9 de Lima Metropolitana, se aprecia que en

Villa María del Triunfo se ha realizado el mayor número de encuestas (70) que representa el 42% de la muestra. Seguido de Pachacamac con 59 encuestas siendo el 35%, siendo estos los más representativos.

Respecto a la compra de agua de quien es el que realiza esta actividad, si es Hombre (H) o Mujer (M), se determina que en todos los lugares analizados de la Zona 9 de Lima metropolitana, las mujeres son los que ejecutan la compra de agua, siendo el rango de 81% al 92% del total encuestados. 38 familias compran el agua a SEDAPAL, mientras que 129 lo adquieren el agua a través de terceros, que representa el 72.25% del total de la muestra encuestada. En la zona de Lurín el 82% compra agua a terceros, seguido de Pachacamac con un 80%, Villa María de Triunfo el 76% y Villa El Salvador 69%. El cual muestra que la necesidad de agua es bastante elevada por la escasez de este elemento vital. Adquieren el agua en “bidones” de 20 y 120 litros de capacidad, del total de encuestados compran agua un 53% en bidones de 120 litros con una frecuencia de 1 ó 2 veces por semana, mientras el 43% de las familias compran entre 3 ó 4 veces por semana en bidones de 20 litros. Las zonas de Pachacamac y V.M. del T. el 53% de las familias compran agua en bidones de 120 litros entre 1 y/o 2 veces por semana y el 47% la adquirió en bidones de 20 litros con una frecuencia de entre 3 y/o 4 veces por semana.

El grupo de investigación realizó una encuesta preliminar para conocer el interés de contar con atrapanieblas y el tipo de preferencia. Se obtuvo que un 78.2% de las viviendas que no tienen agua están interesados en contar con atrapanieblas. A la pregunta de tipo de atrapaniebla de su preferencia el 34% prefieren cilíndrico, el 37% semielíptica y el 29 semiesférica. De acuerdo con reportes hidrometeorológicos de SENAMHI la zona 9 de Lima en promedio tiene un 99.5% de humedad al año, se utilizó como dato para la cantidad de recolección de un atrapaniebla convencional de 18 L/m²/día que se obtuvo del estudio realizado por la asociación agricultura de Lanavilla, Flores y Azcarruz, (2020).

Cálculo del volumen de un atrapaniebla en forma cilíndrica

Para el diseño de atrapanieblas de forma cilíndrica se consideran:

Z=0 nivel de piso, utilizando el modelo matemático

Z= 4.2, altura del cilindro y es la medida estándar (m) de una malla Raschel

$x^2 + y^2 = 1$ fórmula de cilindro de radio 1m.

$e = 0.1 \text{ mm}$ es el espesor de la malla raschel

Para calcular el volumen (en m^3) del agua recolectada por el atrapanieblas:

Paso 1: Usamos herramientas tecnológicas como el GeoGebra 3D para la representación gráfica del atrapanieblas en forma cilíndrica:

Paso 2: Superficie acotada por las siguientes ecuaciones:

$$z = 0, z = 4.2, x^2 + y^2 = (1)^2$$

$R = 1 \text{ m}$, radio del círculo de la base.

$2\pi R = 2\pi = 6.28 \text{ m}$: longitud de la circunferencia del círculo en la base.

$h = 4.2$, altura del cilindro del atrapaniebla.

$$A_{\text{superficial del cilindro}} = 2\pi R(h) = 6.28 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{total de gotas de agua}} = (2\pi R)(h)(e)$$

$$V_{\text{total de gotas de agua}} = (6.28)(1)(0.0001) = 0.000628 \text{ m}^3 = 0.628 \text{ l} = 628 \text{ ml}$$

Figura 15
Atrapanieblas cilíndrico

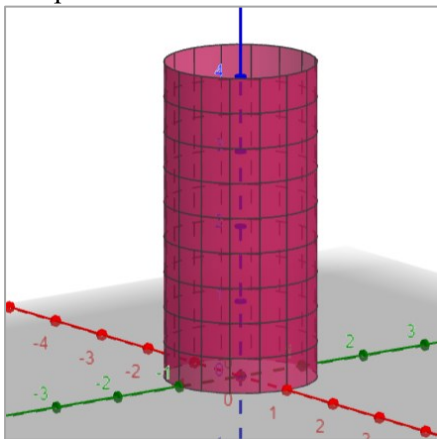


Tabla 4Captación de agua por un atrapaniebla de forma cilíndrica con $r = 1$ m

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
L/m2 *dia	21.46	27.21	15.18	18.11	22.91	14.07	12.28	12.65	—
Dimensión Atrap. (m2)	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	—
Nº de días	31	30	31	31	30	31	30	31	
Litros/atrap.									
Mes(semi esférica)	4177	5126	2955	3525	4316	2739	2313	2462	27616

El volumen de agua recolectada por el tipo de atrapanieblas cilíndrico es en promedio mensual de 3452 litros.

Cálculo de la superficie y del volumen de gotas de un atrapaniebla en forma semiesférica.

Para el diseño de atrapanieblas de forma semiesférica se consideran:

$Z=0$ nivel de piso, utilizando el modelo matemático

$Z=\sqrt{1-x^2-y^2}$, superficie del techo semiesférico

$x^2+y^2=1$ fórmula del círculo de la base de radio 1m.

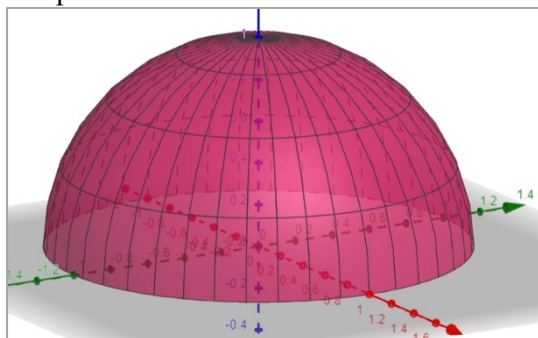
$e = 0.1$ mm es el espesor de la malla rashel

Para calcular el volumen (en m^3) del agua recolectada por el atrapanieblas:

Paso 1: Usamos la herramienta tecnológica como el GeoGebra 3D para la representación gráfica del atrapanieblas en forma semiesférica:

Figura 16

Atrapanieblas semiesférico



Paso 2:

Superficie acotada por las siguientes ecuaciones:

$$z = 0, z = \sqrt{1 - x^2 - y^2}, x^2 + y^2 = (1)^2$$

$R = 1 \text{ m}$, radio del círculo de la base.

$2\pi R^2 = 2\pi = 6.28 \text{ m}^2$: área de la superficie del techo semiesférico.

$$A_{\text{superficial de la semiesfera}} = 2\pi R^2 = 6.28 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{total de gotas de agua}} = \left(\frac{2\pi(R + e)^3}{3} \right) - \left(\frac{2\pi(R)^3}{3} \right)$$

$$V_{\text{total de gotas de agua}} = \frac{(6.28)(1.0001)^3}{3} - \frac{(6.28)(1)^3}{3} = 0.00062806 \text{ m}^3 = 0.62806 \text{ l}$$

$$= 628.06 \text{ ml}$$

Tabla 5

Captación de agua por un atrapaniebla de forma semiesférica con $r = 1 \text{ m}$

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
L/m2 *día	21.46	27.21	15.18	18.11	22.91	14.07	12.28	14.65	—
Dimensión									—
Atrap. (m2)	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28	
Nº de días	31	30	31	31	30	31	30	31	
Litros/atrapa									
Mes(semi-esférica)	4177	5127	2955	3525	4316	2739	2313	2462	27616

El volumen de agua recolectada por el tipo de atrapanieblas semiesférico es en promedio mensual de 3452 litros.

Cálculo de la superficie y del volumen de gotas de un atrapaniebla en forma semielíptica.

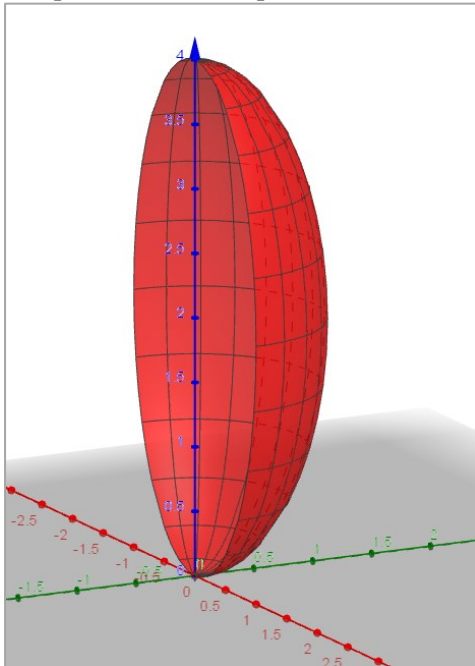
Para el diseño del atrapanieblas de forma semielíptica se consideran:

$z = 2 \pm 2\sqrt{1 - x^2 - y^2}$ representa la ecuación de la superficie semielíptica vertical.

$\text{Dominio} = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 / -1 \leq x \leq 1 \text{ y } 0 \leq y \leq 1\}$, es el conjunto de puntos que toma cada “x” e “y”.

$e = 0.1 \text{ mm}$ es el espesor de la malla raschel

Figura 17
Atrapanieblas semieliptica



Para calcular el volumen (en m^3) del agua recolectada por el atrapanieblas:

Paso 1: Usamos la herramienta tecnológica como el GeoGebra 3D para la representación gráfica del atrapanieblas en forma semieliptica:

Paso 2 Superficie acotada por las siguientes ecuaciones:

$$\frac{x^2}{1^2} + \frac{y^2}{1^2} + \frac{(z-2)^2}{2^2} = 1$$

$a = 1 m, b = 1 m$ y $c = 2 m$ valores de los semi ejes del elipsoide.

Para hallar el área de la mitad de la superficie elipsoidal, hemos tenido que rotar la misma superficie

en el plano ZX, con el fin de obtener una superficie de revolución con la función $x(z) = \sqrt{1 - \frac{z^2}{4}}$ y

además se ha utilizado la fórmula para áreas de superficies de revolución:

$$A_s = 2\pi \int_a^b x(z) \sqrt{1 + (x'(z))^2} dz$$

$$A_{\text{superficial de la semielipse}} = \pi \int_{-2}^2 \sqrt{1 - \frac{3z^2}{16}} dz = 10,7m^2$$

$$V_{\text{total de gotas de agua adheridas a la semielipse}} = \frac{2\pi(a+e)(b+e)(c+e)}{3} - \frac{2\pi(a)(b)(c)}{3}$$

$$V_{\text{total de gotas de agua}} = \frac{2\pi}{3} [(1.0001)(1.0001)(2.0001) - (1)(1)(2)] = 0.001047 m^3 = 1.047 l = 1047 ml$$

El volumen de agua recolectada por el tipo de atrapanieblas semiesférico es en promedio mensual de 7600 litros.

Tabla 6

Captación de agua anual por un atrapaniebla de forma semielíptica con $a=1\text{m}$; $b=1\text{ m}$ y $c=2\text{m}$.

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
L/m ² *dia	25,56	31,37	25,86	31,53	23,12	18,02	15.45	14.65	—
atrap. (m ²)	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	—
Nº de días	31	30	31	31	30	31	30	31	
Litros/atrap. Mes(cilíndrico)	8478	10070	8578	10459	7422	5977	4959	4859	60802

Evaluación de captación de agua de los diferentes atrapanieblas propuestos

El volumen de agua que se puede recolectar es mayor durante los meses de abril a noviembre porque hay mayor presencia de niebla.

Para construir un Atrapanieblas de cualquier tipo, se debe contar con la malla donde se realizará el proceso de conversión: aprehensión de la niebla – condensación - gotas de agua, mayormente de hilos de polipropileno, parantes que serán la estructura para la malla, una tubería recepcionadora y un depósito recolector para reservar el agua juntada. (Aránguiz et al., 2009). Siendo la malla el elemento más preponderante se debe asegurar que el sistema de atrapanieblas debe tener doble malla, garantizando un área pequeña entre mallas y que pueda seguir su proceso indicado, con mayor resistencia para resistir su propio peso y de las fuerzas de las velocidades del aire, como señala Soriano (2015), evitando de esta manera, la ruptura de las mallas, que pueden provenir de varias fuentes: por concentración de tensiones en los puntos de fijación de la malla, generada por una secuencia de puntos discretos (existe una concentración de tensiones en esos puntos) o una fijación continua (las tensiones se distribuyen homogéneamente) ; por tensiones en la malla consistente en un material heterogéneo, que depende de la característica isotrópica (la ruptura sucede en sitios que se presenten alguna debilidad) o anisotrópica (la ruptura ocurrirá en la dirección paralela a la fibra más resistente); y , ruptura extensa de la malla, que se manifiesta cuando se inicia un proceso de desintegración de la malla por la falla de sus fibras y de la estructura de su tejido.

CONCLUSIONES

Luego de la evaluación del volumen de agua, utilizando la aplicación móvil geogebra para los tres modelos de atrapanieblas: cilíndrico, semiesférico, semielíptico, resulta más eficiente el modelo semielíptico por captar mayor volumen mensual equivalente a 7600 litros al mes en comparación a los otros dos modelos que obtienen un volumen de 3452 litros al mes.

De acuerdo al volumen captado por el mejor modelo que es el semielíptico y relacionando con los datos de la tabla 8 que indica la cantidad y frecuencia de agua comprada se evidencia que a las familias les resulta ventajoso instalar atrapanieblas porque al captar agua de niebla, obtendrían ahorros significativos en bien de su economía.

Asimismo, al instalarse los atrapanieblas de diferentes diseños y colores se tendría una mejor visión panorámica, convirtiendo a la zona en un inmenso mural, contribuyendo a la atracción turística como parte de un propósito de crecimiento colectivo y prosperidad, en base a la promoción de un sentido de orgullo y pertinencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Amaya, C., Hernández, C., Vargas, A., Osorio, S., Duran, S., & Cala, K. (2017). Propuesta de un sistema de “atrapa-nieblas”, como fuente de agua no convencional en La Vereda La Fuente, municipio de Los Santos, departamento de Santander, 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States., July, 1–9. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Articulo formulacion de atrapanieblas como alternativa de agua potable

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/1527>.

Antara, J., y Márquez, E. (2020). Evaluación de la eficiencia de la tecnología de atrapanieblas de tipo Raschell al 50% y 80% de porosidad en el cerro las Tunas para el riego de las áreas verdes de la Universidad Peruana Unión. [Universidad Peruana Unión],1-197 https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14615/Moran_Paucar_E_strés_académico_apoyo_social1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Barbosa, S., y González, E. (2021). 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 (Issue 505827). Universidad Católica de Colombia.,1-133.
- Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación. (4º ed.). Pearson.
- Calderón, P. (2019). Identificación de zonas más adecuadas mediante la evaluación multicriterio para ubicar sistemas atrapaniebla que colecten agua para riego en la provincia del Azuay. 1–42. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9597/1/15230.pdf>
- Cereceda, P. (2000). Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural. Revista Medio Ambiente y Desarrollo, Cipma, 16(4), 51-56
- Cereceda, P., Hernández, P., Leiva, J., y De Dios Rivera, J. (2018). Agua de Niebla, nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas. Dirección General de Aguas, 1–132. <http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/Libro-Agua-de-Niebla-1.pdf>
- Cieza, L (2019). “Volumen de agua aprovechable utilizando malla atrapanieblas en el centro poblado La Palma Chota” [Universidad Nacional de Cajamarca].1-95
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3446> Comisión Internacional de Derechos Humanos (CIDH), 2015
- Correa, A., y Ramírez, R. (2020). “Evaluación de dos prototipos de atrapanieblas de diseño low tech en base a su eficiencia de captación para aprovechar el recurso hídrico en San Pablo en el 2018- Cajamarca.” Universidad Privada del Norte. 1-116
FUNDACION AQUAE,2022
- Enríquez, J. (2013) Usabilidad en aplicaciones móviles
<https://publicaciones.unpa.edu.ar/index.php/ICTUNPA/article/view/581/560>
- Gómez, D., y Bello, J. (2020). Investigación sobre la captación, conducción y potabilización del agua recolectada por atrapaniebla en Finca “La María” en Suesca-Cundinamarca (Vol. 9, Issue May) [Universidad Católica de Colombia].1-64
<https://www.slideshare.net/maryamkazemi3/stability-of->

colloids%0Ahttps://barnard.edu/sites/default/files/inline/student_user_guide_for_spss.pdf
%0A

Flores J. y Ascarruz S. (2020). Atrapanieblas en Villa María del Triunfo.

<http://blog.pucp.edu.pe/blog/gemrapucp/2020/11/29/atrapanieblas-en-villa-maria-del-triunfo/>

Gómez, A. y Quinteros J. (2020) Diseño e implementación de torres atrapanieblas (3d) y ecosistema informático de monitoreo con internet de las cosas y aprendizaje automático

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21785?mode=full>

Grueso-Domínguez, M., Castro-Jiménez, C. & Correa-Ochoa, M.(2019). Estado del arte: desalinización mediante tecnologías de membrana como alternativa frente al problema de escasez de agua dulce. Revista Ingenierías Universidad de Medellín
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242019000200069

Hernández-Sampieri, & Mendoza. (2018). Metodología de la investigación - Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. En McGraw-Hill (Ed.), Mac graw hill education.

Huertas, J., y Molina, P. (2016). Estudio de prefactibilidad para la posible implementación de atrapanieblas en el municipio de Ráquira. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.1-108.

Instituto Nacional de Estadística (INEI 2017)

Instituto Nacional de Estadística (INEI 2021)

Jiménez, J. (2016). Técnicas de captación, acumulación y aprovechamiento de aguas lluvias. Boletín INIA - N°321, 1–185.

Klimovsky, G. (2011). The hypothetical-deductive method and logic . Memoria Académica, 3-24.
<https://doi.org/10.24215/1859959.27.e9>

La Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (APEIM, 2021).

Madariaga, I. (2017). “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.” In Universidad Nacional de Moquegua (Issue 0). Universidad Nacional de Moquegua. 1-143.

- Mendoza, B. y Castañeda, F. (2014). Criterios metodológicos para la definición de Sistemas de Captación de Aguas con base en lluvia horizontal. Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en Recursos Hídricos. Universidad Católica de Colombia. Bogotá
- Nieves, S., y Barrera, P. (2020). Diseño de una herramienta que permita evaluar la viabilidad técnica de implementación de sistemas captadores de agua a partir de niebla en Colombia (Vol. 9, Issue May) [Universidad de América].1-84.
- https://www.slideshare.net/maryamkazemi3/stability-of-colloids%0Ahttps://barnard.edu/sites/default/files/inline/student_user_guide_for_spss.pdf
- ONU, 2021 Organización de Naciones Unidas
- OXFAM, 2022 <https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable>
- Palomino, J. A., Peña, J. D., Zevallos, G. & Orizano, L. A. (2018). Metodología de la Investigación. San Marcos.
- Pascual, M. (2019). Eficiencia de la captación de agua por sistemas de atrapaniebla tridimensional y estándar en el “cerro verde” distrito de Lurigancho Chosica, Lima. (Vol. 8, Issue 5). Universidad peruana Unión.1-112.
- Resende, M. A., y Martins, L. G. (2018). un motor de búsqueda para ayudar al proceso de enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos en la educación a distancia. BoEM, Joinville, 6(11), 432–448. <https://doi.org/10.5965/2357724x06112018432>
- Reyes, S. (2020). El uso de software educativo symbolab y su influencia en el aprendizaje de las funciones matemáticas en estudiantes del primer ciclo de la Universidad privada del Norte-Sede San Juan de Lurigancho-Lima durante el ciclo 2018-1.
- Rosendo, V. (2018) Investigación de Mercados. ESIC Editorial
- Sánchez, J. (2018). Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima

- Mendoza, B. y Castañeda, F. (2014). Criterios metodológicos para la definición de Sistemas de Captación de Aguas con base en lluvia horizontal. Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en Recursos Hídricos. Universidad Católica de Colombia. Bogotá
- Toledo, E. (2017). 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". Universidad Nacional Hemilio Valdizan.1-87.
- Vistín, A. (2014). Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de agua por medio de dos tipos de neblinómetros en las tres cuencas de la parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Zúñiga, L. (2020). Aplicaciones móviles en el análisis de funciones de varias variables en estudiantes universitarios en contexto de COVID-19 Mobile applications in the analysis of functions of several variables in university students in COVID-19 context. 1–19.