



Corporación Universitaria

REFORMADA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA POR ROCÍO Y NIEBLA
PARA EL SUMINISTRO A LA VEREDA BAJO OSTIÓN, MUNICIPIO DE TUBARÁ,
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO.**

Autores:

Jaime Suárez Gerónimo.

Dayana Jara Ávila.

Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención del grado tecnología en Desarrollo
Ambiental y Sostenible.

Director:

Ing. Camilo González Olier.

Cotutor:

Ing. Pedro Pacheco.

Facultad de ingeniería

Programa ingeniería ambiental.

Barranquilla.

2022.



Corporación Universitaria

REFORMADA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA POR ROCÍO Y NIEBLA
PARA EL SUMINISTRO A LA VEREDA BAJO OSTIÓN, MUNICIPIO DE TUBARÁ,
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO.**

Autores:

Jaime Suárez Gerónimo.

Dayana Jara Ávila.

Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención del grado tecnología en Desarrollo
Ambiental y Sostenible.

Director:

Ing. Camilo González Olier.

Cotutor:

Ing. Pedro Pacheco.

Facultad de ingeniería

Programa ingeniería ambiental.

Barranquilla.

2022

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.		6
1	INTRODUCCIÓN	9
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	11
3	Alcance	13
4	Objetivos	14
4.1	Objetivo General.	14
4.2	Objetivos Específicos.	14
5	Justificación	15
6	Marco referencial.	18
6.1	Marco teórico	18
6.2	Marco conceptual.	23
6.3	Marco legal.	33
6.4	Marco geográfico	35
6.4.1	Localización.	35
7	Hipótesis	39
8	Metodología.	40
8.1	Diseño	40
8.1.1	Enfoque de investigación.	40
8.2	Tipo de investigación.	41
8.3	Descripción de la Población:	41
8.4	Materiales y métodos	42
8.5	Procedimiento.	43

Tabla 1.	Formulas aplicadas para hallar las estimaciones del flujo de agua generado-diaria y mensualmente.	46
9	Resultados	51
9.1	Fase 1: Recolección de datos meteorológicos.	51
Tabla 2.	Variables meteorológicas del año 2020.	51
Tabla 3.	Variables meteorológicas del año 2021.	52
9.2	Fase 2. Entrevistas.	53
Tabla 4.	Percepción de la comunidad acerca de la problemática sobre el desabastecimiento del recurso hídrico presente en la vereda Bajo Ostión.	53
Tabla 5.	Percepción de la comunidad acerca de la problemática sobre el desabastecimiento del recurso hídrico presente en la vereda Bajo Ostión.	57
9.3	Fase 3: Ecuaciones para estimar la efectividad del prototipo y resultados de la estimación.	65
Tabla 6.	Estimación de litros de agua que generaría el prototipo diaria y mensualmente con los datos del año 2020	65
Tabla 7.	Estimación de litros de agua que generaría el prototipo diaria y mensualmente con los datos del año 2021	66
9.4	Fase 4. presupuesto.	67
Tabla 8.	Estimación del presupuesto de los insumos relevantes para la instalación de un sistema.	67
10	Discusión	68
11	Conclusiones.	70
12	RECOMENDACIONES	71

13	Referencias.	73
14	Anexos.	78

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.	Formulas aplicadas para hallar las estimaciones del flujo de agua generado-diaria y mensualmente.	46
Tabla 2.	VARIABLES meteorológicas del año 2020.	51
Tabla 3.	VARIABLES meteorológicas del año 2021.	52
Tabla 4.	Percepción de la comunidad acerca de la problemática sobre el desabastecimiento del recurso hídrico presente en la vereda Bajo Ostión.	53
Tabla 5.	Percepción de la comunidad acerca de la problemática sobre el desabastecimiento del recurso hídrico presente en la vereda Bajo Ostión.	57
Tabla 6.	Estimación de litros de agua que generaría el prototipo diaria y mensualmente con los datos del año 2020.	65
Tabla 7.	Estimación de litros de agua que generaría el prototipo diaria y mensualmente con los datos del año 2021.	66
Tabla 8.	Estimación del presupuesto de los insumos relevantes para la instalación de un sistema.	67

Resumen.

El presente proyecto aborda información importante acerca de los sistemas captadores de rocío y niebla como una alternativa para abastecer a la vereda bajo ostión, Tubará Atlántico que en la actualidad presenta desabastecimiento de recursos hídrico. Los resultados de la investigación se generaron a través de datos meteorológicos tomados de la zona de estudio correspondientes al periodo 2020-2021 los cuales permitieron estimar el volumen de agua que el prototipo podría generar diaria y mensualmente. Se aplicó entrevistas a 5 habitantes de la comunidad que cumplían los siguientes criterios: nativos de la vereda y que conocieran la problemática desde sus inicios, con la finalidad de conocer la percepción de los habitantes sobre el reto que afrontan con las limitaciones del recurso hídrico. La metodología aplicada fue de tipo mixta, lo que nos permitió concluir que los colectores de niebla y rocío son una gran contribución para mitigar el desabastecimiento y que a largo plazo puede resultar como una solución en épocas de sequías, las cuales se ven presentes en zonas con las características similares a la seleccionada como objeto de estudio. Como conclusión del presente proyecto se destaca que el sistema podría funcionar como una alternativa para cubrir necesidades mínimas de la vereda Bajo Ostión, Tubará, Atlántico.

Palabras claves: Capta nieblas, desabastecimiento, datos meteorológicos, recurso hídrico.

Abstract

This project addresses important information about the mist and mist-catcher systems as an alternative to supply the stream Bajo Ostión, Tubara Atlantico, which currently has a shortage of water resources. The results of the investigation were generated by means of meteorological data taken from the study area for the period 2020-2021 which allowed to estimate the volume of water that the prototype could generate daily and monthly. Interviews were applied to 5 inhabitants of the community who met the following criteria: Natives of the sidewalk and who knew the problem from its beginning, in order to know the perception of the inhabitants about the challenge they face with the limitations of the water resource. The methodology applied was of a mixed type, which allowed us to conclude that fog and mist collectors are a major contribution to mitigating the shortage and that in the long term it can be a solution in times of drought. these are present in areas with characteristics similar to the one selected as the object of study. As a conclusion of This project, it is highlighted that the system could work as an alternative to cover minimum needs of the Bajo Ostión, Tubará, Atlántico.

Keywords: fog catcher, shortages, meteorological data, water resources.

1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto aborda el diseño de un sistema de captación de agua como una alternativa de recolección por medio del rocío y niebla, como una posible solución a la problemática de desabastecimiento que afronta la población de Bajo Ostión, Tubará, Atlántico.

La vereda Bajo Ostión pertenece al municipio de Tubará, atlántico, y en la actualidad no cuentan con el acceso al servicio de agua potable que suministra triple A, S.A.S (acueducto que abastece al atlántico) por el contrario se abastece del acueducto comunitario ASARCIMOJUBO, el cual opera con agua subterráneas y para el año 2018 contaba con 277 usuarios. Este acueducto, capta el agua a través de un pozo profundo localizado en el corregimiento del morro, Tubará, atlántico.

El agua se capta empleando una bomba eléctrica sumergible y se almacena en un depósito con capacidad de aproximadamente 100.000 litros, de donde se conduce por gravedad a usuarios de Cipacoa, El morro, Juaruco y Bajo Ostión. El pozo profundo no cuenta con un equipo de medición de caudal, por lo tanto, no se lleva registro del agua captada diariamente. En la actualidad, la vereda bajo ostión ha presentado desabastecimiento de agua, información proporcionada directamente por los habitantes que manifiestan que en diversas ocasiones han tenido que ir a municipios aledaños a obtener el agua, debido a que pasan largos periodos de tiempo sin el preciado líquido. (C.R.A.2018)

Con la finalidad de suplir las necesidades de la vereda Bajo Ostión, con respecto al desabastecimiento de agua, la investigación se realizó con el objetivo de diseñar un prototipo que permita la mayor captación de agua suspendida en el ambiente, mediante el tipo de malla

(raschel) que permitirá atrapar el rocío y niebla y condensarlo para posteriormente conducir el líquido a un tanque de almacenamiento para que la comunidad pueda servirse de este.

El enfoque del proyecto de investigación fue de tipo mixto, puesto que se evaluaron distintas variables como; la precipitación, temperatura, punto de rocío, velocidad del viento y humedad relativa. Para el análisis de los factores meteorológicos se tomaron datos de bases libres el cual suministró los datos diarios del periodo del 2020 a 2021, con el estudio de estos datos se logró determinar el balance hidrológico y el punto de rocío presente en la zona de estudio. Además se aplicaron entrevistas a 5 habitantes de la población que cumplieran con los siguientes criterios: nativos de la vereda y que conocieran la problemática desde sus inicios.

Durante la ejecución del proyecto se trabajó en unión con la comunidad de la vereda Bajo ostión, Tubará Atlántico que permitió conocer de manera directa la problemática presente en su entorno, proporcionando información apreciable para poder establecer la mejor alternativa de solución.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El recurso hídrico ha generado gran inquietud, debido a que la “distribución del agua dulce en el planeta, la sobrepoblación humana, así como la contaminación del agua superficial y subterránea, han traído como consecuencia que el agua potable, que representa sólo 0.008% del agua terrestre, sea cada vez más escasa para satisfacer las necesidades de la humanidad. Las estadísticas indican que 20% de la población mundial no tiene acceso a agua de calidad, y 50% carece de saneamiento, lo que hace inherente buscar opciones que mitiguen esta problemática (B. Olivas 2013)

Por su localización geográfica, su orografía y una gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor. (C, De Hoyos. 2014)

El ministerio de vivienda destaca que Los niveles de acceso a los servicios públicos de agua y saneamiento básico son notoriamente desiguales entre las zonas urbanas y rurales. En el 2018, mientras que el acceso a acueducto en las cabeceras municipales fue del 98,1%, en centros poblados y rural disperso fue del 62,8%. (Min vivienda. 2020)

Un ejemplo puntual de la situación anterior es el desabastecimiento de agua en diversas zonas aledañas a la ciudad de barranquilla, como bajo ostión, que es una vereda ubicada en el municipio de Tubará, Atlántico, donde la comunidad ha expresado su problemática a través de

canales nacionales, como el Heraldo y caracol Radio, donde se ha podido evidenciar la situación inestable de la comunidad con relación al uso de agua potable. (Heraldo. 2018) Esta situación no se ha podido respaldar de investigaciones científicas, debido a que esta zona se puede considerar en abandono de las autoridades competentes y por tanto el acceso a la información es inexistente.

En las entrevistas realizadas por el Heraldo a los habitantes de Bajo Ostión en el año 2018 se destacó que 215 usuarios se ven afectados por la problemática de desabastecimiento, además, puntualiza que la situación agrava cuando las motobombas del acueducto que suple las necesidades de diversos corregimientos sufren daños, los cuales pueden tardar hasta 22 días para su reparación. (Heraldo. 2018)

Bajo Ostión, depende del acueducto comunitario AUSARCIMOJUBO, esto según una información proporcionada a través de un documento legal de la CRA en el año 2018 para gestionar el permiso de concesión de aguas subterráneas del pozo ubicado en el corregimiento el Morro, Tubará, atlántico. (CRA. 2018) En este documento se expuso la manera de extracción del agua y se recalcó que el pozo no cuenta con un equipo de medición de caudal, por lo tanto, no se lleva registro del agua captada diariamente. La comunidad de Bajo ostión ha manifestado que proveen de agua a la vereda dos veces a la semana, y los días que suministran el agua esta no perdura todo el día, por este motivo la comunidad se ve obligada a llenar depósitos de agua comunitarios para abastecerse durante la semana. Cuando el agua no es constante y tarda días en llegar, cada familia tiene derecho a 400 L de agua y esto solo para consumo.

La falta de agua no solo puede generar diversas limitaciones en las actividades diarias de una comunidad, también ocasiona problemas en la salud, seguridad, y puede tener gran influencia en el abandono escolar. (P. González. 2018)

Este proyecto tiene como propósito responder la siguiente pregunta. "¿Es factible la implementación de un sistema de captación de agua por rocío y niebla en la vereda de bajo Ostión como alternativa para suplir la escasez de agua?"

3 Alcance

El diseño del sistema de captación se desarrollará a partir de la información meteorológica de la vereda de Bajo Ostión o zonas aledañas, disponible en las bases de datos libres o páginas web con información meteorológica. el posible resultado solo suplirá las necesidades de esa zona específica. Al final de este proyecto, se definirán las especificaciones técnicas relevantes del sistema de captación de agua, tales como estimación de costos, planos generales y volumen de agua captado. Es importante resaltar que no se realizará construcción de prototipos, ni se realizará adquisición de datos en campo.

4 Objetivos

4.1 Objetivo General.

Diseñar un sistema de captación de agua por rocío y niebla para el abastecimiento de la vereda Bajo Ostión, Municipio de Tubará, Departamento del Atlántico.

4.2 Objetivos Específicos.

Recopilar datos históricos de las variables atmosférica de la vereda Bajo Ostión, Municipio de Tubará, Departamento del atlántico. Periodo 2020-2021.

Identificar las percepciones de la vereda Bajo Ostión en relación con la disponibilidad de agua para consumo.

Identificar los valores de las variables atmosféricas requeridos para determinar la factibilidad del sistema de captación de agua por niebla y rocío.

Estimar el volumen de agua que se podría extraer del aire atmosférico de la vereda Bajo Ostión Municipio de Tubará departamento del Atlántico.

Establecer las especificaciones técnicas del sistema de captación de agua por rocío y niebla en la zona de la vereda Bajo Ostión, Municipio de Tubará, Departamento del Atlántico.

5 Justificación

En la actualidad el medio ambiente ha generado gran preocupación, especialmente por la inadecuada gestión y utilización de los recursos naturales, especialmente del recurso hídrico. Según la ONU, el agua está en el centro del desarrollo sostenible, conforma el ODS 6 y resulta fundamental para el desarrollo socioeconómico, ecosistemas saludables y la supervivencia humana.

El agua resulta vital a la hora de reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, el bienestar y la productividad de las poblaciones, así como para la producción y la preservación de una serie de beneficios y servicios de los que gozan las personas. El agua es un recurso limitado e insustituible que es clave para el bienestar humano y solo funciona como recurso renovable si está bien gestionado. (ONU- DAES.2015)

Según estudios realizados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 391 municipios ya están expuestos al riesgo de escasez de agua, y la tendencia a largo plazo indica que muchos más correrán la misma suerte. El cambio climático está incrementando las anomalías pluviales, y se prevé que las temperaturas medias aumentarán en hasta 2,14 grados hacia el final del siglo. (Banco mundial. 2020)

Hoy en día, más de 1.700 millones de personas viven en cuencas fluviales en las que su uso supera la recarga natural, una tendencia que indica que dos tercios de la población mundial podría vivir en países con escasez de agua para 2025. El agua puede suponer un serio desafío para el desarrollo sostenible, pero, gestionada de manera eficiente y equitativa, puede jugar un

papel facilitador clave en el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas sociales, económicos y ambientales a la luz de unos cambios rápidos e imprevisibles (ONU-DAES 2015).

El inadecuado manejo del agua no solo impacta ambientalmente, también afecta a la sociedad y economía mundial, según el análisis realizado por M. Mejía el Recurso Agua, un tema importante de abordar, tanto desde el punto de vista económico, como desde las soluciones estructurales a adoptar ya que por ejemplo, según un Informe elaborado por el Banco Mundial, en Latinoamérica, la escasez y sequías tienen un costo medio de US\$94.000 millones/año en pérdidas económicas a productores y consumidores. (M. Mejía)

La escasez de agua y su inadecuada gestión afecta el alcance de diversos objetivos de desarrollo sostenible, como es el ODS 8 que se orienta al trabajo decente y crecimiento económico, se estima que los procesos de producción no sostenibles que afectan a la cantidad y la calidad de los recursos hídricos a causa del uso excesivo y la contaminación representan una amenaza para los empleos y los medios de vida de las personas y, por consiguiente, socavan la resiliencia de las sociedades. El estrés hídrico afecta a la productividad de los trabajadores y socava su capacidad para trabajar. (Oficina internacional del trabajo. 2018)

La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial y este porcentaje podría aumentar. Más de 2 millones de personas mueren cada año por enfermedades diarreicas en todo el mundo. La falta de higiene y el agua insalubre son responsables de casi el 90% de estas muertes, y afectan principalmente a los niños. (ODS 6, Agua limpia y saneamiento)

Según el OIT, la falta de acceso al agua potable es un problema diario para millones de personas en los países en desarrollo. Por ejemplo, las horas dedicadas a recoger agua representan una carga particularmente pesada para las niñas y las mujeres. Se trata de trabajo no remunerado,

con un costo social en tiempo y recursos humanos que no pueden dedicarse a trabajos más productivos, la adquisición de competencias o la educación. (oficina internacional del trabajo. 2018)

En la actualidad la creación de sistemas para el aprovechamiento de agua atmosférica ha sido significativo en las estrategias para combatir el desabastecimiento de agua en algunas regiones de Colombia, donde se han implementado sistemas de atrapa rocío para suplir las necesidades básicas con el agua recolectada, es importante destacar que estos sistemas no interfieren negativamente a los ecosistemas presentes en las zonas de ubicación, y su costo de implementación no es excesivo, por lo tanto es una herramienta viable para aportar positivamente a la vereda bajo ostión en cuanto a su problemática actual.

La investigación de Blanca Mendoza y Fredy Castañeda, destacó que en Colombia se han encontrado 4 proyectos relacionados con la captura de agua atmosférica, en Buga, Valle del Cauca se encuentra instalado un sistema de captación, el cual reportan que su rendimiento es de 0.0125 m³ diarios y es utilizado para el mantenimiento de huertos y mantenimiento de animales, contribuyendo de esta manera al desarrollo económico de las familias que dependen de esta actividad económica debido al ahorro que implica implementar estos sistemas. (B, Mendoza; F, Castañeda. 2014)

La presente investigación será una herramienta que generará la información necesaria sobre los aspectos negativos que están presentes en bajo ostión con respecto al sistema hídrico, considerando que no hay investigaciones sobre esta zona que se encuentra aledaña al municipio de Tubará atlántico. Este sistema podría ser de gran utilidad para los 215 habitantes de la vereda, lo cual conseguiría aportar positivamente el desarrollo económico, social y de educación para los niños de la vereda Bajo Ostión. Además, de proporcionar información sobre la creación del

prototipo del sistema de captación de rocío que pueda ser de utilidad para la implementación de estas técnicas en zonas que estén presentando la misma problemática.

6 Marco referencial.

6.1 Marco teórico

En todo el mundo, alrededor de 3 de cada 10 personas, o 2100 millones de personas, carecen de acceso a agua potable y disponible en el hogar, y 6 de cada 10, o 4500 millones, carecen de un saneamiento seguro, según un nuevo informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS y UNICEF). Por lo anterior se han generado diversas investigaciones.

En Ecuador existen zonas rurales de difícil acceso que no cuentan con servicios básicos como agua potable, por tal motivo se desarrolló un estudio cuyo objetivo fue generar una nueva fuente de obtención del recurso hídrico mediante el diseño e implementación de un sistema de captación de niebla. Para conocer la eficiencia y la cantidad del agua recolectada se incorporó un ecosistema informático para recopilar datos meteorológicos, determinar el comportamiento de las variables y generar modelos para clasificación y predicción de la influencia de las variables climáticas. (A, Gómez. D, Carrera. J, Quintero. 2020)

La investigación desarrollada en la comunidad de Shaushi Del Cantón Quero Provincia De Tungurahua, Ecuador realizada por David Guerrero concuerda con la investigación anteriormente mencionada, determina que la actualidad se registran importantes modificaciones antrópicas en la mayor parte de las cuencas hídricas y por ese motivo la tecnología de captura de

agua de la neblina es una herramienta viable por su bajo costo, que permitirá satisfacer las necesidades básicas de la comunidad. (D, Guerrero. 2014)

En el distrito de Comas, Lima, Perú, se abordó una investigación acerca del análisis de la eficiencia de los captadores de niebla como una alternativa para la conservación del ambiente. Se destacó que a nivel internacional no son un método aprovechado por el desconocimiento que existe sobre de estos sistemas. En concreto se pretende investigar la cantidad de recurso hídrico potencialmente en la zona del distrito de Comas y utilizar el agua conseguida para desarrollar plantones de tara recuperando la cobertura vegetal de la zona que revertirá en la mejora del ecosistema. (F. Moreno. 2020)

En Madrid España se desarrolló una investigación donde determinan la problemática para acceso al agua en zonas en que, a pesar de poseer una gran cantidad de recursos hídricos, no cuentan con medios o sistemas de captación para aprovechar el recurso. Como solución se contempla la tecnología atrapa nieblas, permite la obtención de una fuente adicional de agua, de forma sostenible, y con un elevado potencial de autoconstrucción y autogestión. (Pascual, Naranjo. 2011).

Guatemala es un país relativamente rico en disponibilidad de recursos hídricos, pero este enfrenta deforestación de los principales bosques y contaminación. Problemática que afecta a población que no cuentan con un servicio de agua entubada. Por lo anterior los sistemas de recolección de agua de niebla, cuyo potencial como fuente complementaria de abastecimiento hídrico aún no es de uso común en Guatemala, podría enfrentar esta problemática, esto gracias a que su implementación no genera grandes inversiones. (Rivera.2017)

En Colombia el 28% de su población rural se enfrenta a una situación crítica por falta de sistemas de acueductos; en las zonas urbanas el 2.8% no cuenta con acceso a agua potable, por ende, el país no ha sido ajeno a la investigación y desarrollo de los sistemas captadores de agua, modelos que buscan suplir el desabastecimiento de agua en los territorios. (C. Ávila. 2015)

Juan Acero plantea una incógnita en su investigación ¿Es la propuesta presentada sostenible a nivel social, ambiental y financiero? Determina que el sistema cumple con los tres pilares de la sostenibilidad. En primer lugar, se diseñó un procedimiento donde se demostró que se puede beneficiar un total de 502.924 colombianos que se encuentran en riesgo de desabastecimiento. En cuanto al beneficio ambiental, la tecnología se caracteriza por ser libre de consumo energética; mientras que el modelo de negocio presentado disminuye la huella de carbono con el reciclaje del polipropileno; por último, a largo plazo se puede usar como sistema complementario de grandes urbes en temporadas de sequía y como facilitador del proceso de reforestación. (J, Acero.2019)

En Villavicencio la carencia de infraestructura y gestión inadecuada del recurso hídrico representa una gran problemática, debido al desabastecimiento de agua que enfrentan diversas comunidades, por ello las investigadoras María Mora y Lina Muñoz propusieron los captadores de agua atmosférica como fuente alterna de abastecimiento, considerando que el municipio cuenta con mayores índices de humedad atmosférica y precipitación anual en Colombia, los sistema capta niebla resultan interesantes ya que se caracterizan por ser económicos, eficientes, no generan contaminación y daños a la salud humana, por lo cual es un excelente alternativa de abastecimiento. (M, Mora. L, Muñoz. D, Pardo. 2020)

Jonathan Bustos y José Giraldo diseñaron una investigación en el sector Camellón Las Lajas- Tenjo, Cundinamarca, la indagación surge de las limitaciones que tiene la comunidad por

los constantes daños en redes de suministros de agua por su antigüedad, por tal motivo se plantea los capta nieblas como una nueva forma de obtener agua para suplir las necesidades es de la población. (J, Bustos. J, Giraldo. 2021)

En el barrio La Esperanza, localidad de Chapinero, Bogotá, se desarrolló una investigación la cual busca mitigar los daños ecológicos de la zona y el desabastecimiento de la comunidad, por medio de la implementación de una tecnología sostenible de abastecimiento de agua, la cual consiste en una estructura que permita captar la mayor cantidad de niebla y rocío, para después ser conducida al tanque de distribución existente y evitar condiciones de vulnerabilidad para la población. (C, Cabeza. Y, Castillo. 2016)

Además, menciona que la implementación de grandes colectores genera una gran contribución a los problemas de desabastecimiento presentados en diferentes zonas del país, debido a que puede ser una solución en épocas de sequía, el uso de esta tecnología permitirá tener una fuente alterna sin intervenir zonas que pueden verse afectadas por la acción del hombre. Los sistemas de captación se deben considerar como un recurso hídrico rentable, sostenible e innovador. (C, Cabeza. Y, Castillo. 2016)

En Choachí, Cundinamarca, la contaminación producida por las actividades mineras y por el desarrollo de la porcicultura ha generado escasez de agua limpia en la vereda Agua Dulce, Choachí, Cundinamarca, cuestión que ha puesto en riesgo la salud de los habitantes. Esta investigación plantea que el agua de niebla es un recurso potencial para el consumo humano y una alternativa para enfrentar esta problemática piloto. Además, señalan que el agua de niebla es considerada como un recurso de agua apta para consumo naturalmente disponible que puede ser aprovechable en otras regiones como una alternativa de solución para pequeñas comunidades o

núcleos familiares que enfrenten escasez de agua o deterioro en la calidad de esta. (Palacios, S. Reyes, A. 2018)

En la investigación se precisa que de acuerdo con los resultados se obtuvo un promedio de recolección de 0.6955 L/m² día, por lo tanto, se requeriría un área de malla de 10 m². Lo cual resultaría viable, ya que, no es una malla de gran tamaño, se puede instalar de 2 metros de alto y 5 metros de largo y el costo no se elevaría significativamente. Y se supliría la necesidad mínima de supervivencia, en caso en los cuales falte el líquido del acueducto. Ya como se ha expresado en anterioridad, este es un sistema coadyuvante a el sistema principal de suministro de agua que proporcionan los acueductos. (K, Mora. 2020)

La investigación realizada por Cristian Mahecha tuvo propósito analizar los elementos físicos y ambientales que componen los sistemas atrapa nieblas como fuente hídrica; esto teniendo en cuenta que, los capta niebla, pueden llegar a compensar la demanda de agua en diferentes zonas del país, especialmente en las rurales con climas secos que enfrentan desabastecimiento. Los sistemas alternativos de agua tienen beneficios económicos que contribuyen con el desarrollo socio económico de las comunidades y son adaptables a los cambios en la población y el consumo, el uso de la tierra y las tecnologías” (Mahecha, C. 2021)

Las investigadoras Laura Acosta y Sol Ángel Herrera desarrollaron una indagación titulada “Metodología para el uso de captadores de rocío. Una aproximación a una solución sostenible para el recurso hídrico en Maicao, La Guajira”. Surgió debido a la preocupación por el desabastecimiento de agua dulce especialmente en las zonas áridas y semiáridas del planeta, en donde la principal afectada es la comunidad, se busca con la investigación que permita un acercamiento a captadores de rocío en el Municipio de Maicao, La Guajira. Los cuales son una

alternativa no convencional que consiste en la captación de humedad, específicamente del fenómeno del rocío. (L, Acosta. S, Herrera. 2021)

La Investigación menciona un factor limitante en el departamento y es la extracción minera que se presenta en el departamento, donde se encuentra ubicada la principal mina que es el Cerrejón, la cual afecta el recurso hídrico de la región, se estima que la mina requiere aproximadamente 17 millones de litros diarios de agua para su funcionamiento, a diferencia de una persona promedio que tienen acceso a 0,7 litros al día. (L, Acosta. S, Herrera. 2021)

Los sistemas captadores de rocío proporcionan soluciones para las actividades agrícolas, mejora la calidad de vida de la comunidad por ser un factor directo de indicador de disponibilidad de recurso hídrico. En la indagación se estudiaron los materiales recomendados en las alternativas analizadas en donde, el material seleccionado para el condensador es la película o rollo de polietileno por su adaptabilidad, durabilidad, resistencia y precio (L, Acosta. S, Herrera. 2021).

6.2 Marco conceptual.

Rocío: Vapor que con la frialdad de la noche se condensa en la atmósfera en muy menudas gotas, las cuales aparecen luego sobre la superficie de la tierra o sobre las plantas. (Real academia española)

Las gotas de agua se forman sobre objetos y cuerpos expuestos a la intemperie, principalmente sobre las hojas de las plantas puesto que en noches despejadas y sin viento estas adquieren por radiación temperaturas más bajas que el aire. (L, Maderey. 2005)

Niebla: Nube muy baja, que dificulta la visión según la concentración de las gotas que la forman. (RAE).

Es un fenómeno atmosférico que se presenta como una nube con un espesor y densidad variables la cual se sitúa en la superficie de la tierra. La niebla se caracteriza por contener unos niveles de humedad relativa muy cercanos al 100%. Para que se produzca la niebla es necesario que el vapor de agua pase de estado gaseoso a líquido mediante el proceso físico llamado condensación. (I. Zúñiga. 2010)

Dependiendo de las características y lugar donde se forman se pueden diferenciar diferentes tipos de nieblas.

Nieblas por evaporación: Son aquellas que alcanzan la saturación del aire, aumentando el contenido de vapor de agua y manteniendo la temperatura constante. (I. Zúñiga. 2010)

Nieblas por radiación: Este tipo de niebla se produce cuando la superficie de la tierra alcanza niveles muy bajos de temperatura debido a la pérdida nocturna de calor. Para que la niebla se forme por radiación es necesario que la noche este totalmente despejada, la pérdida de calor sea máxima, la velocidad del viento sea mínima y la humedad relativa esté por debajo del 90% (IDEAM. 2007)

Nieblas orográficas: Se forman cuando el aire húmedo asciende por las laderas de las montañas alcanzado una saturación por enfriamiento adiabático, es decir el enfriamiento que se consigue mediante la evaporación del agua en el aire. (I. Zúñiga. 2010)

Meteorología: Es una ciencia encargada del estudio de la atmósfera y los fenómenos que en ella se puedan producir tales como: el viento, la temperatura, la humedad, la presión del aire, entre otros. La meteorología estudia el tiempo atmosférico y el clima puesto que éste presenta un cambio continuo y varía a diferentes escalas temporales debido a que la tierra y la atmósfera forman un sistema dinámico en continua evolución. (I. Zúñiga; E. Crespo. 2010)

Presión atmosférica: Es la fuerza que genera el aire que nos rodea sobre todos los cuerpos debido a la acción de la gravedad, cuya unidad de medida es el Pascal (1 Pascal = 1 N/m²). La presión atmosférica depende de la altitud, entre más alto se sitúe un cuerpo en la atmósfera, la cantidad de aire y la presión ejercida sobre éste será mucho menor. Existen otras variables que pueden determinar la presión atmosférica como: la situación geográfica, la temperatura y la humedad. (R. Rodríguez. 2004). A continuación, se muestra los valores promedio de la presión en función de la altitud, mostrando un decrecimiento exponencial, expresado en una gráfica.

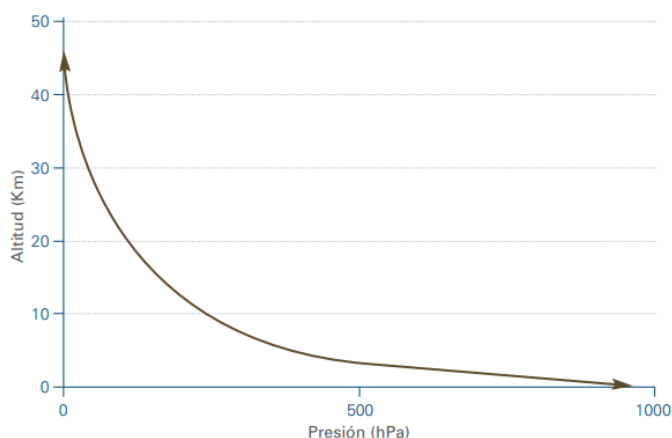


Figura 3.2. Perfil vertical de la presión atmosférica.

Fuente: RODRIGUEZ JIMENEZ, Rosa; CAPA, Benito y PORTELA LOZANO, Adelaida.

Condensación: Es el proceso en el cual el agua pasa de estado gaseoso a líquido, este fenómeno se produce cuando el vapor de agua se encuentra sobresaturado es decir con una mayor presión y cuando este se enfría por las bajas temperaturas. Existen dos tipos de condensación que son:

Condensación homogénea: Se presenta cuando varias moléculas sufren un choque simultáneo, estas moléculas quedan adheridas formando pequeñas gotas o cristales de hielo. Este fenómeno se presenta pocas veces debido a que se requieren niveles muy altos de sobresaturación.

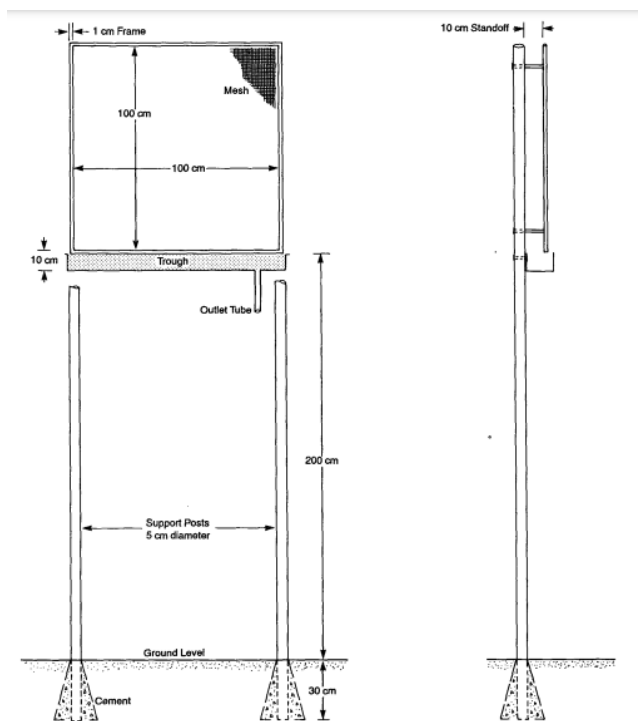
Condensación heterogénea: Se presenta cuando las gotas de agua se forman sobre partículas llamadas núcleos de condensación, estos deberán ser solubles en el agua para que se pueda producir la condensación sin presentar altos niveles de sobresaturación. (I. Zúñiga. 2010. Pág. 97).

Neblinómetro: La medición de la niebla se hace a partir de medidores de niebla (Neblinómetro) o parámetros asociados a la niebla (humedad relativa, punto de rocío y temperatura). Los Neblinómetro son dispositivos que permiten medir directamente la cantidad de agua líquida existente en la niebla, existen Neblinómetro simples elaborados con mallas semejantes a los captadores de niebla, con una dimensión de 1.00 m x 1.00 m a una altura del nivel del suelo de 2 m.

Neblinómetro simple similar a los colectores.



Fuente: SCHEMENENAUER, Robert y CERECEDA, Pilar.



Fuente: SCHEMENENAUER, Robert y CERECEDA, Pilar.

Humedad relativa: Es la cantidad de vapor de agua que se tiene respecto a la cantidad necesaria para llegar al punto de saturación expresada en porcentaje, un aire saturado tiene una humedad relativa del 100 %, este valor indica que el aire ya no puede almacenar más vapor y desde ese momento el vapor adicional se convertirá en agua líquida o cristales de hielo. (R. Rodríguez; A. Portela. 2004)

Punto de rocío: Es la temperatura a la cual debe enfriarse el aire para que se sature de vapor y comience a condensarse como niebla, entre más se acerque la temperatura al punto de rocío mayor será la probabilidad de condensación.

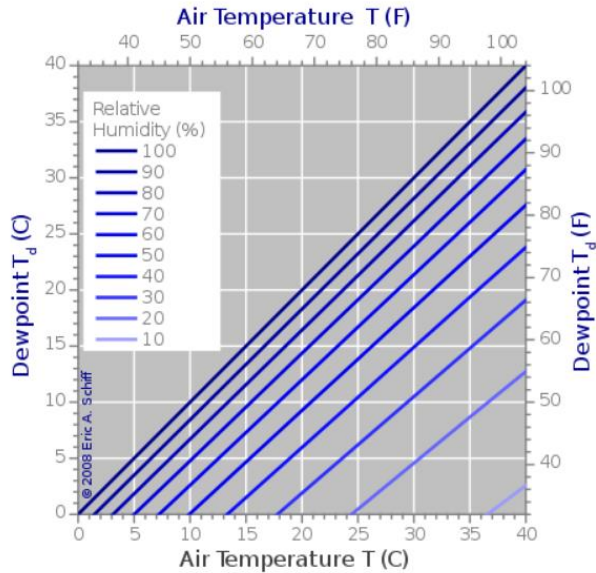
$$Pr = \sqrt[8]{\frac{H}{100}} * [112 + (0.9 * T) + (0.1 * T) - 112]$$

Pr = Punto de rocío.

T = Temperatura en ° Celsius.

H = Humedad relativa.

Relación humedad relativa, temperatura y punto de rocío.

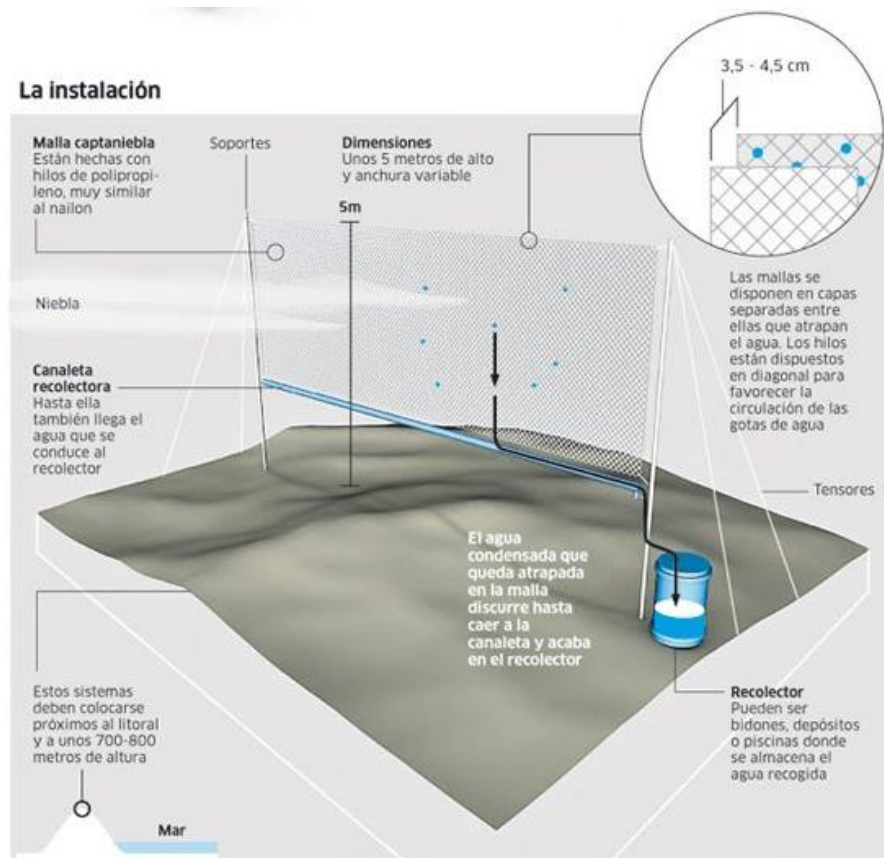


Fuente: (L. Keio. 2010)

Precipitación: Es la caída de las gotas de agua suspendidas en las corrientes de aire de una nube, para que la gota de agua pueda caer al suelo por gravedad, ésta debe crecer y aumentar de peso mediante dos maneras: la primera es cuando la temperatura desciende adiabáticamente y el vapor es condensado sobre las gotas aumentando su tamaño hasta ser suficientemente pesadas; la segunda se presenta cuando hay turbulencia dentro de las nubes originando choques hasta fusionarse formando gotas más grandes y pesadas. (R. Rodríguez; A. Portela. 2004)

Malla atrapanieblas: Son mallas compuestas por hilos de polipropileno y polietileno, similares al nylon que capturan las partículas de agua que contiene la niebla. (J. Marín. 2009)

Modelo e instalación malla atrapanieblas.



Fuente: (J. Marín. 2009)

Polipropileno: El polipropileno es un polímero termoplástico es el más ligero de los plásticos y posee una densidad del 0.90 gr/cc, su alta cristalinidad le proporciona una alta resistencia a la tracción, rigidez y dureza. Este tipo de polímero tiene una naturaleza apolar, es decir tiene una gran resistencia a agentes químicos presentando poca absorción de agua por lo cual no genera mucha humedad. (C, Cabeza; Y, Castillo. 2016)

Polietileno: Es un polímero termoplástico que posee tenacidad y flexibilidad a diferentes temperaturas, al igual que el polipropileno tiene una gran resistencia a agentes químicos, cuando

el material está expuesto a los rayos UV envejece muy rápidamente generando pérdidas de resistencia, alargamiento y desgarro. (F. Billmeyer. 2004)

Abastecimiento de agua: Es un conjunto de estructuras destinadas a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. El sistema de abastecimiento de agua se clasifica dependiendo del tipo de usuario, el sistema se clasificará en urbano o rural. (L, Mays. 2002)

Humedad atmosférica: La humedad atmosférica es la cantidad de vapor de agua existente en el aire. Depende de la temperatura y sus índices son más elevados en masas de aire caliente. Se mide mediante un aparato denominado higrómetro, y se expresa mediante los conceptos de humedad absoluta, específica, o relativa del aire. La humedad absoluta es la masa total de agua existente en el aire por unidad de volumen, y se expresa en gramos por metro cúbico de aire. La humedad atmosférica terrestre presenta grandes fluctuaciones temporales y espaciales. (R. Garreaud; C; Meruane. 2005)

Balance hidrológico: Es la evaluación de los factores hidrológicos en un lugar o tiempo determinados. Permite establecer cuantitativamente los recursos hídricos presentes para poder hacer uso racional de las fuentes presentes en la zona que serán utilizadas para diferentes tareas que realiza el hombre. El balance hidrológico se expresa de la siguiente manera:

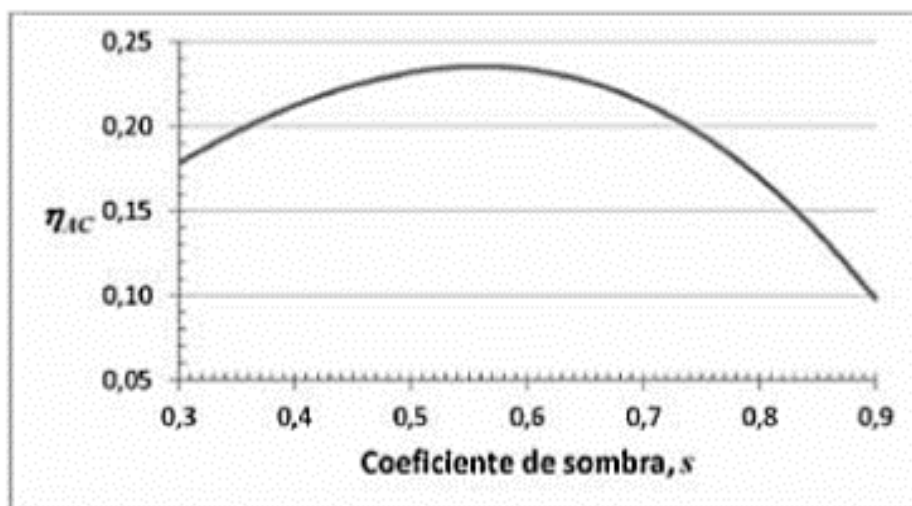
$$[\textit{Agua que entra en un sistema}] = [\textit{Agua que sale}] + [\textit{cambio en almacenamiento}]$$

La fórmula del balance hídrico se basa en las variaciones de un volumen de agua cualquiera midiendo el agua almacenada y los flujos de entrada y salida. El flujo de entrada comprende variables como la precipitación, agua superficial y subterránea. El flujo de salida

comprende variables como la evapotranspiración y el flujo de egreso; dependiendo del lugar de estudio se pueden tomar otras variables para el cálculo del balance hidrológico. Este balance puede establecerse para diferentes periodos de tiempo (días, meses y años) cubriendo diferentes extensiones territoriales como una parcela, la cuenca de un río, un país o un continente. (J. Heuvelop; J, Pardo. 2004)

Coefficiente de sombra: Es la fracción porcentual del área que cubre los filamentos de la malla. Existe una fracción de sombra adecuada para cada malla, si el porcentaje de sombra es grande pasará poca niebla, si es pequeño pocas gotas chocaran con los filamentos.

Gráfico de eficiencia de colección vs coeficiente de sombra.



Fuente: (Rivera. 2011)

Mallas raschel: Las mallas raschel son aquellas que se caracterizan por su tejido de malla y su permeabilidad, respecto a sus características físicas y químicas la malla contiene aditivos que brindan resistencia a radiación solar y son fabricada con polietileno de alta densidad que alarga la vida útil de la malla. Su material liviano y flexible permite que la niebla condensada se deslice con mayor facilidad hacia la superficie inferior de la estructura.

que es función inversa del coeficiente o porcentaje de sombra, además son este tipo de mallas las más utilizadas para la fabricación de atrapanieblas, las mallas raschel se fabrican principalmente para proporcionar sombra. (M, Julio. J, León. R. Polo. 2016)

Coefficiente Aerodinámico: Corresponde a la fracción máxima de la niebla que puede ser capturada por el captador. (M, Julio. J, León. R. Polo. 2016)

6.3 Marco legal.

Norma	Artículo y descripción
Plan de Ordenamiento territorial-Decreto 364 del 26 de agosto de 2013. Título II-Capítulo III- Estructura funcional y de servicios- Subcapítulo 2- Sistemas de servicios públicos.	a) Artículo 416-Sistema de servicios públicos rurales.
	b) Artículo 417-Objetivos del sistema de servicios públicos rurales.
	c) Artículo 418- Clasificación de servicios públicos rurales.
	d) Artículo 419-Localización de áreas para servicios públicos.
	e) Artículo 420-Objetivos del abastecimiento de agua potable.
	f) Artículo 421-Operación y mantenimiento.
	Artículo 3. Características del agua para consumo humano.

Decreto 1575 de 2007- Sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.	Artículo 12. Índice de riesgo para la calidad del agua para consumo humano IRCA.
	Artículo 13. Índice de riesgo municipal de abastecimiento de agua.
	Artículo 14. Elaboración de índices.
	Artículo 15. Mapa de riesgo de calidad para consumo humano.
Ley 142 Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	Artículo 14. 22 servicio público domiciliario de acueducto.
Constitución política de Colombia de 1991.	Artículo 365. Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.
	Artículo 366. Será objetivo fundamental del estado la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.
Decreto 475-1998. Por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua potable.	Artículo 3. El agua suministrada por la persona que presta el servicio público de acueducto deberá ser apta para consumo humano, independientemente de las características del agua cruda y de su procedencia.

Fuente: Elaboración propia tomando como bases normativas colombianas.

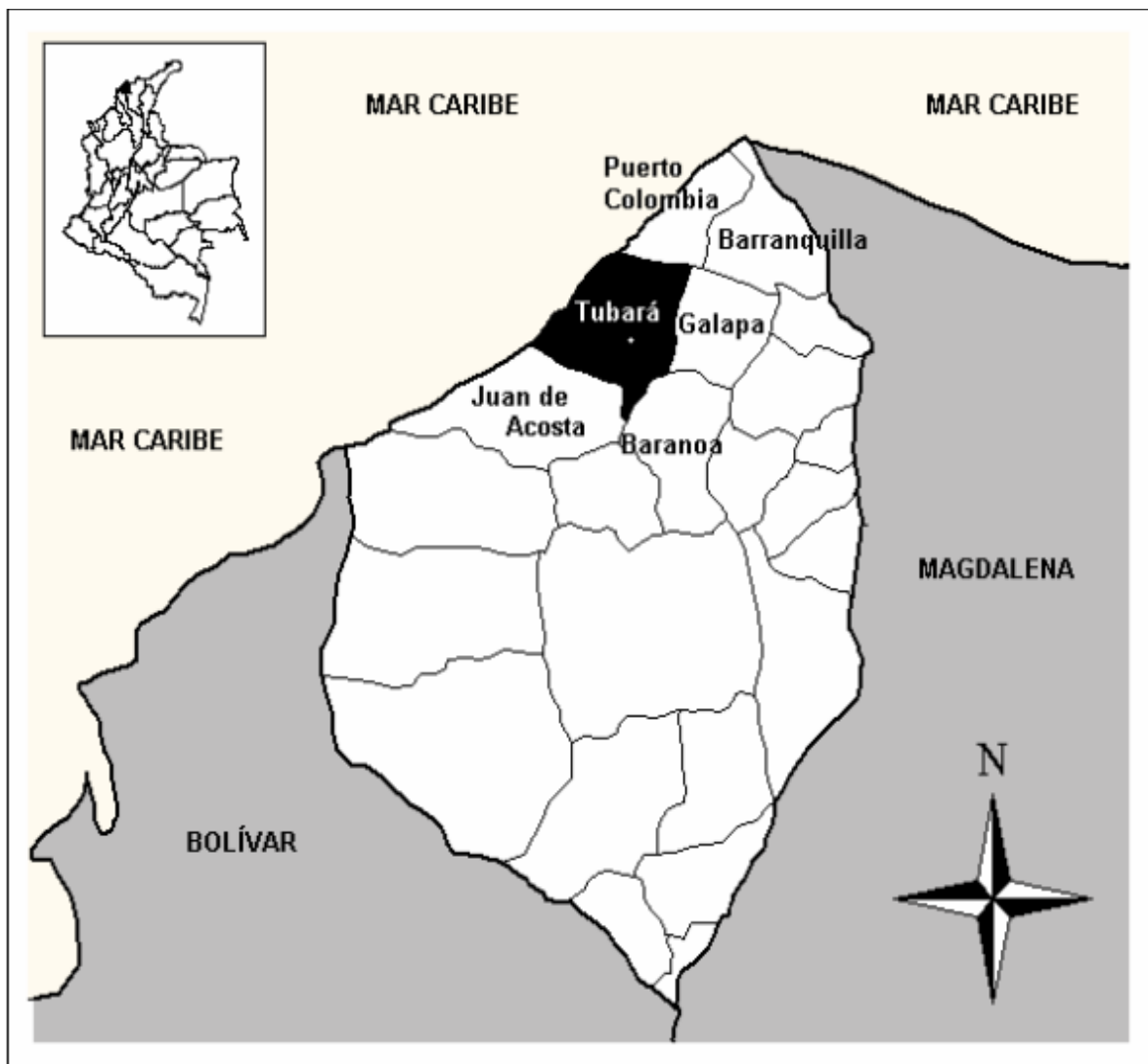
6.4 Marco geográfico

6.4.1 Localización.

Tubará es uno de los 23 municipios del departamento del Atlántico. Limita con el Mar Caribe por el norte y el occidente, con los municipios de Juan de Acosta por el suroccidente, al sur con Baranoa, al oriente con Galapa y al nor-oriente con Puerto Colombia. Su cabecera municipal se encuentra a 27 kilómetros de Barranquilla y a unos 70 kilómetros de Cartagena de Indias, aproximadamente, (Véase Mapa 1). El área total de municipio es de 176 kilómetros cuadrados, repartidos en cuatro corregimientos: Cuatro Bocas, El Morro, Guaimaral y Juaruco. (J, Barón. 2002)

Existen otros centros poblados menores, considerados veredas, los cuales poseen las mismas características para los corregimientos, como es el caso del Corral de San Luís y Bajo Ostión, a los cuales se accede a través de la vía al Mar. (J, Barón 2002)

Imagen 1, localización geográfica del municipio de Tubará.



Fuente: Elaborado por Juan David Barón.

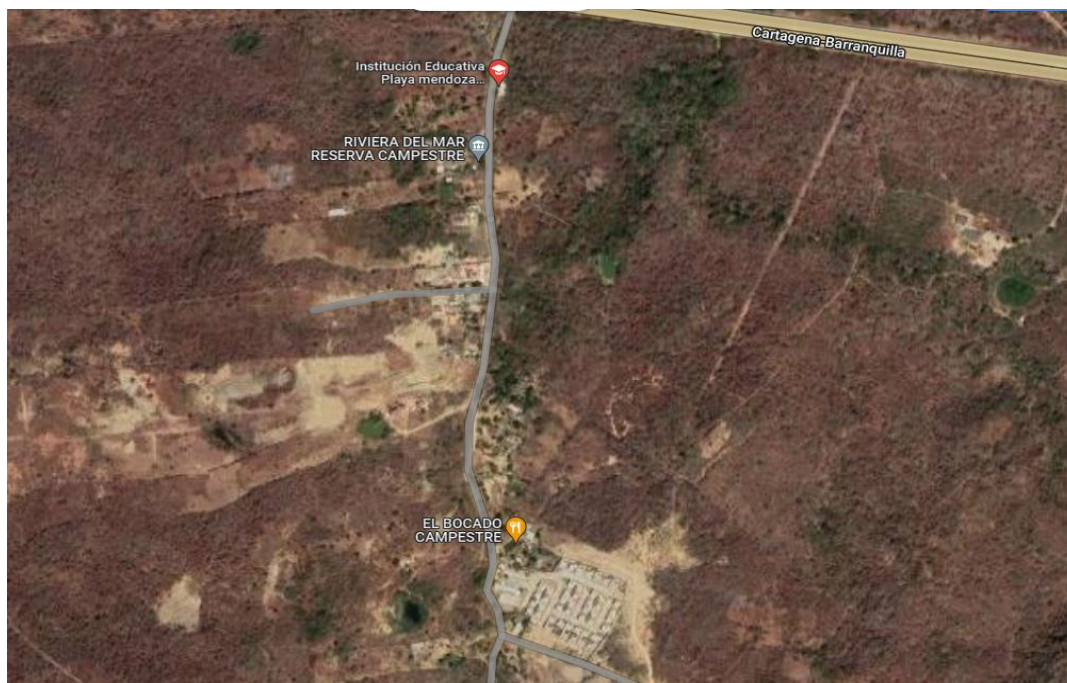
Bajo Ostión es una vereda ubicada en el municipio de Tubará, Atlántico, ubicada a 24,5 kilómetros de Barranquilla, Atlántico, Sobre la Autopista vía al mar. Es una pequeña vereda característica por su clima tropical y por estar rodeada de bosque seco. Su distancia con la cabecera municipal de Tubará, Atlántico es de 34,8 kilómetros y también tiene conexión con

corregimientos como El morro, Juaruco y Cipacoa. Según los datos proporcionados por la presidente de acción comunal esta vereda cuenta con 215 habitantes entre nativos y foráneos y en la actualidad se está expandiendo y tomando renombre por los proyectos de vivienda campestres que se están construyendo en la vereda.

La zona muestra estratificación social entre estrato 1 y 3. Su distribución entre las zonas dos y tres se encuentra la porción más pequeña de la vereda, considerando la comunidad que vive en los proyectos campestres que se están desarrollando. El estrato 1 es el de mayor proporción y constituye el conglomerado de personas más vulnerables de la vereda.

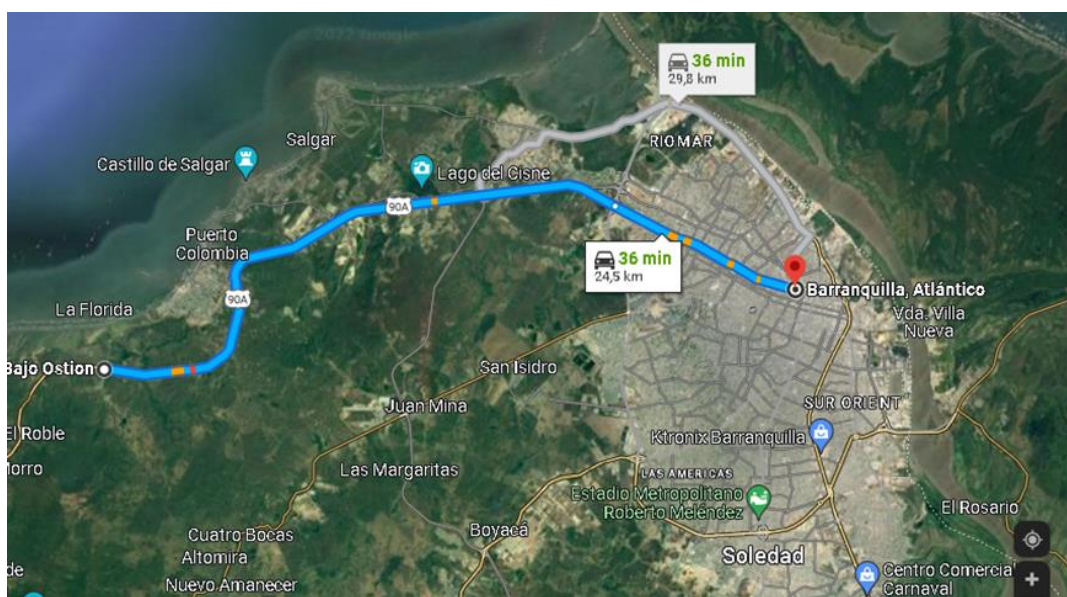
Los barrios que constituyen la vereda no se evidencian delimitados, esto se debe a que es una zona completamente lineal y con poca población, lo cual permite determinar las deficiencias de algunas familias en cuanto a la seguridad de infraestructura de sus hogares, pero para la comunidad completa es evidente la falta de acceso a servicios público, equipamientos y espacio público.

Imagen 3 Vereda de Bajo Ostión, Tubara, Atlántico



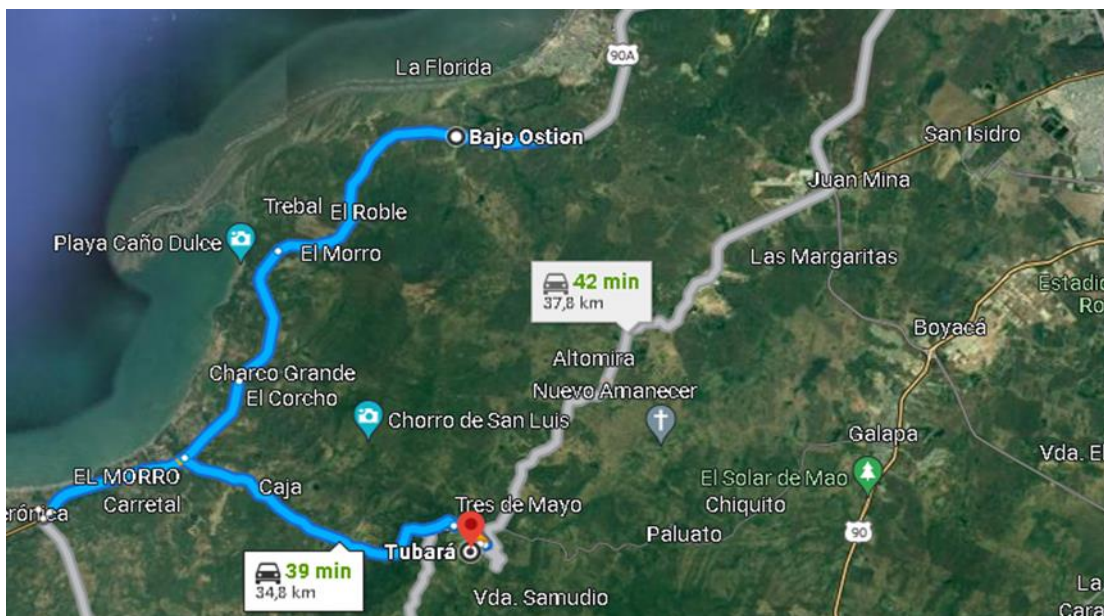
Fuente: Google Maps.

Imagen 4. Distancia de Bajo Ostión a Barranquilla



Fuente: Google Maps.

Imagen 5. Distancia de Bajo Ostión al casco urbano de Tubará.



Fuente: Google Maps.

7 Hipótesis

Un sistema de captación de agua por rocío suple parcialmente las necesidades del recurso hídrico en la vereda Bajo Ostión, Municipio de Tubará, Departamento del Atlántico.

Este tipo de sistemas se han implementado exitosamente y una prueba de ello es la investigación de Juan Acero, de acuerdo con lo explicado en su proyecto este cumple con los 3 pilares de la sostenibilidad, primeramente, se diseñó un procedimiento donde se demostró que se puede beneficiar un total de 502.924 colombianos que se encuentran en riesgo de desabastecimiento. Respecto al tema ambiental, la tecnología utilizada para la construcción de dicho sistema se distingue por ser libre de consumo energético, además, el modelo de negocio expuesto disminuye la huella de carbono con el reciclaje del polipropileno; finalmente, a largo plazo se puede usar como un sistema complementario de grandes urbes en temporadas de sequía y como facilitador del proceso de reforestación. (J, Acero. 2019)

8 Metodología.

8.1 Diseño

8.1.1 Enfoque de investigación.

El enfoque de la presente investigación se realizó de tipo mixto, debido que se valoraron distintas variables como precipitación, temperatura, punto de rocío, velocidad del viento, humedad relativa, niebla y rocío, las cuales son indispensables para determinar las características de la zona de estudio. A demás se aplicó entrevistas para conocer el entorno y la percepción de los habitantes con relación a la problemática que se vive en la vereda Bajo Ostión, Tubará, Atlántico.

“La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales”. (Roberto Hernández-Sampieri, 2014)

En términos generales, para Hernández, Fernández y Baptista (2010), estos dos enfoques -cuantitativo y cualitativo - son paradigmas de la investigación científica, pues ambos emplean procesos cuidadosos, sistemáticos y empíricos en su esfuerzo por generar conocimiento. Llevan a cabo observaciones y evaluación de fenómenos. Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas. Se puede demostrar el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento. Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis y proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas; o incluso para generar otras.

“Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y

cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio”. (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008).

8.2 Tipo de investigación.

La investigación es de tipo descriptiva y experimental, en la descriptiva se puntualizará las particularidades y datos meteorológicos de la vereda Bajo Ostión Tubará Atlántico que es la zona de estudio. *“La investigación o método descriptivos de investigación es el procedimiento usado en ciencia para describir las características del fenómeno, sujeto o población a estudiar. Su objetivo es describir la naturaleza de un segmento demográfico, sin centrarse en las razones por las que se produce un fenómeno determinado. Es decir, “describe” el tema de investigación, sin cubrir “por qué” ocurre”.* (Universidad Mariano Gálvez)

En la experimental por su parte se evaluarán las características de los factores presentes en la zona de estudio, esto permitirá comparar los resultados obtenidos puesto que este tipo de investigación se acopla a la presentación de resultados aplicando la relación causa y efecto para cada una de las variables estudiadas, con el fin de determinar la naturaleza del problema. (Y, Castillo. 2016)

8.3 Descripción de la Población:

Bajo Ostión es una vereda ubicada a 23,5 kilómetro de Barranquilla, Atlántico, Sobre la Autopista vía al mar. Esta vereda cuenta con 215 habitantes entre nativos y foráneos, las condiciones de vivienda de los habitantes varían considerando la capacidad económica de cada

hogar, se destaca por ser una población campesina, arraigada a sus tradiciones, y con oportunidades de desarrollo, debido a que se están gestionando proyectos para viviendas campestres lo que podría aportar un valor económico en el futuro, además de servicios públicos integrales para los habitantes de la vereda por la llegada de turistas.

8.4 Materiales y métodos

- Técnicas de recolección:
- Entrevistas semiestructuradas a la comunidad Bajo Ostión.
- Bases de datos meteorológicas libres (Weather Spark y World Weather)
- Artículos
- Internet.

Se exploraron los datos hidrológicos de la vereda Bajo Ostión mediante datos históricos recolectados en bases de datos meteorológicas libres como Weather Spark y World Weather Online estimando los valores del Municipio de Tubará, el análisis no se realizó con el IDEAM debido a que en las bases de datos no se halló la información pertinente, lo que nos indujo a la búsqueda de información en bases libres.

Se aplicó entrevistas semiestructuradas a la comunidad de Bajo Ostión con la finalidad de conocer la problemática de una manera directa, además de recoger información clave para el desarrollo del proyecto como lo es la cantidad de habitantes y magnitud de la zona.

“Las entrevistas semiestructuradas se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener más información. Además, “presentan temas que deben tratarse, aunque el moderador

tiene libertad para incorporar nuevos que surjan durante la sesión, e incluso alterar parte del orden en que se tratan. '' (R, Hernández Sampieri. 2014)

8.5 Procedimiento.

Fase 1: Recolección de datos meteorológicos.

La fase uno está orientada a la recolección de datos meteorológicos de la vereda Bajo Ostión, Tubará/Atlántico, dónde se tuvieron en cuenta los datos de temperatura máxima, mínima y relativa, humedad relativa, velocidad el viento y precipitación. Los datos de la temperatura y velocidad del viento se seleccionaron de la página Weather Spark la cuál proporcionó los datos por día, los cuales, fueron analizados con la finalidad de seleccionar la temperatura relativa, máximas y mínimas y velocidad del viento.

Para la humedad y precipitación se utilizó la página World Weather Online la cual proporcionó los datos por mes de las dos variables, los cuales fueron seleccionados directamente y organizados en la tabla de Excel que se puede evidenciar en los anexos, para proceder a los cálculos necesarias para estimar la cantidad de agua que el prototipo generará.

Es importante resaltar que el punto de rocío se va a estimar considerando los datos de Weather Spark y World Weather

Fase 2: Entrevistas.

La entrevista que se aplicó en la vereda de Bajo Ostión estuvo constituida por 7 preguntas referentes a la problemática presente en Bajo Ostión, las cuáles fueron:

1. ¿Cuántas veces a la semana le suministran agua a la vereda?

2. ¿Desde cuándo se viene presentando el desabastecimiento de agua en la vereda?
3. ¿Sabe usted cuales son los motivos de la suspensión de agua en la vereda?
4. ¿Qué alternativas tienen para abastecerse de agua cuando suspenden el servicio en la vereda?
5. ¿Qué propuestas han recibido de la alcaldía del municipio de Tubará u otros entes para mejorar esta problemática en la vereda?
6. Al momento de suspender el agua, ¿Esta se suspende todo el día o en ciertas horas?
7. Cuando se abastecen de agua, ¿esta les alcanza para cubrir todas sus necesidades cotidianas?

Esta entrevista fue aplicada a 5 habitantes que cumplían las siguientes características: Nativos de la vereda Bajo Ostión. De los 5 habitantes seleccionados una de ellas era la presidente de la Junta de acción comunal de la Vereda de Bajo Ostión y fue quién proporcionó la información correspondiente al número de habitantes y a las gestiones que se están desarrollando en la vereda.

Los puntos donde cada persona vivía fueron estratégico debido que no se encontraban en la misma zona, por lo cual se puede decir que toda la vereda sufre de la escasez de agua y no es algo que se presenta solo en ciertos sectores.

La información recolectada fue imprescindible para respaldar lo hallado en las entrevistas realizadas en algunos Canales nacionales como Caracol Radio y el Heraldo dónde los habitantes exponían las mismas limitaciones que tienen con el recurso hídrico.

Fase 3: Ecuaciones para estimar la efectividad del prototipo.

Paso 1. Calcular el flujo de agua de entrada.

$$\text{Humedad absoluta: } \frac{0,622 * \text{humedad relativa} * \text{Presión parcial del vapor}}{\text{Presión} - \text{Presión parcial del vapor} * \text{humedad relativa}}$$

Presión 1 atm 101 Kpa

$$\text{Flujo de agua } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{s}} \right) = \text{Velocidad del aire} * \text{Area de la malla} * \cos(45^\circ) * \text{Densidad del vapor}$$

$$\text{Flujo volumetrico } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = \text{velocidad del aire} * \text{Area de la malla}$$

Densidad vapor de agua = 0,0002Kg/m³ (se asume este valor, puesto que es el utilizado en simulaciones) Esta densidad incluye el efecto de las caídas de presión en las mallas. Se muestra este dato en la página 93 del artículo, en g/m³. (M, Juliao. J, León. R, Polo. 2016)

Paso 2. Calcular eficiencias

$$\text{Eficiencia total} = \text{Eficiencia aerodinamica} * \text{Eficiencia de deposicion} * \text{Eficiencia de drenado}$$

Paso 3. Calcular agua disponible

$$\text{Flujo masico disponible} = \text{Flujo masico de entrada} * \text{eficiencia total}$$

$$\text{Agua Por dia (m}^3\text{)} = \frac{(\text{Flujo masico disponible})}{\text{Densidad del agua}} * 24 * 60 * 60$$

Tabla 1. Formulas aplicadas para hallar las estimaciones del flujo de agua generado-diaría y mensualmente.

Parámetro	Formula o valor.	Descripción
Humedad relativa	World Weather online	Estos datos se obtuvieron de la base de dato libres World Weather, la cual genera la información por mes.
Presión (Kpa)	101	El dato utilizado en la presión fue de 101 para toda la tabla por ser la constante característica de la zona atlántica.
Temperatura promedio (°C)	$\sum \frac{T_{max} + T_{min}}{2} = T_{pro}$	Como primer paso se sumaron todas las temperaturas mínimas y se dividieron entre la cantidad de días del mes, este mismo procedimiento se realizó con las temperaturas máximas. como segundo paso: se tomaron los resultados de la sumatoria de cada temperatura y se dividió entre 2 para obtener la temperatura promedio.
Presión parcial del vapor (Kpa)	Calculadora tabla de vapor saturado por temperatura TLV.	Este valor fue seleccionado de una calculadora virtual TLV en la cual se agrega el valor de temperatura y esta da la opción de pasarla a Kpa y el valor resultante es el que se tuvo en cuenta.
Presión parcial del aire. (Kpa)	Presión – presión parcial del vapor.	Se resta la presión con la presión parcial del vapor obtenida de la calculadora.
Humedad absoluta (kg/kg)	$\frac{0,622 * hr * ppv}{presión - hr * ppv}$	Esta fórmula se utilizó para calcular la cantidad de vapor de agua por unidad de volumen de aire ambiente.
Velocidad del aire (m/s)	Weather Spark Online	Estos datos se obtuvieron de la base de dato libres Weather Spark, la cual genera la información por día.
Área del colector m ²	3	El área de colector varía según la necesidad o los litros que se quieran obtener, en este caso se utilizó 3 para generar mayor cantidad de agua por día.

Densidad del agua en el vapor kg/m ³	$Densidad\ vapor\ agua = 0,0002Kg/m^3$	(se asume este valor, puesto que es el utilizado en simulaciones) Esta densidad incluye el efecto de las caídas de presión en las mallas. Se muestra este dato en la página 93 del artículo, en g/m ³ . (M, Juliao. J, León. R, Polo. 2016)
Angulo del viento (rad)	45°	Se asume este valor debido a que no siempre el viento cruza la malla de forma vertical, por esta razón se asume que el viento cruza la malla de manera paralela con inclinación de 45°
Flujo volumétrico del aire m ³ /s	$Vaire * area\ colector * cos45^\circ$	Esta fórmula se aplicó para determinar el volumen de fluido pasa a través de la malla y cuantas moléculas de agua se quedan fijas en estas.
Flujo másico de agua kg/s	Densidad del agua en el vapor * flujo volumetrico	Esta fórmula se utiliza cuando se toma el agua como un gas ideal, con la finalidad de medir el número de moléculas de agua presentes en la humedad.
Coefficiente de sombra	0,35	Existe una fracción de sombra óptima para cada malla: si es muy grande pasará muy poca niebla, si es muy chica, pocas gotas chocarán con los filamentos (Rivera, 2011). Considerando lo anterior se estima que el coeficiente óptimo para los cálculos de efectividad del sistema es de 0,3.
Eficiencia aerodinámica	0,2	Corresponde a la fracción máxima de la niebla que puede ser capturada por el captador.
Viscosidad del aire (Kpa*s)	$1,849 * 10^{-8}$	Se asumió este valor como la viscosidad del aire a temperatura ambiente.
Diámetro de la gota (mm)	0,05	Este valor se asume como las gotitas de agua (entre 1 y 10 mm de diámetro medio) que flotan en el aire, las cuales pueden ser atrapadas por la malla.

Densidad del agua kg/m ³	1000	Se asume la densidad del agua en gramos para poder hallar el número de Stokes.
Diámetro de la malla (mm)	1	Se utilizo considerando la investigación aplicada por (M, Juliao. 2016)
Stokes	$D(\text{agua}) * \left(\frac{dg}{1000}\right)^2$ $* \frac{V(\text{aire}) * \cos 45^\circ}{9 * \left(\frac{dm}{1000}\right) * (Vis(\text{agua}) * 1000)}$	Se aplicó esta fórmula para conocer el numero adimensional que representa el comportamiento que presentan las partículas suspendidas en un medio fluido.
Eficiencia de deposición	Se calcula mediante gráficas.	Se aplicó para conocer la fracción de gotas en la trayectoria de colisión que en realidad es capturada por la malla.
Eficiencia de drenado	1	Se Aplicó esta fórmula para determinar la Fracción del agua que es capturada por la malla que llega realmente a la cuneta.
Eficiencia total	$EA * ED * E \text{ de drenado}$	Es la multiplicación de la eficiencia aerodinámica, drenado y de deposición con la finalidad de hallar el flujo masico de agua disponible.
Flujo másico de agua disponible kg/s	$\text{Flujo masico de agua} * \text{eficiencia total}$	Esta fórmula se aplicó para determinar la velocidad del rocío pasa a través del sistema.
Volumen de agua por día (l)	$\text{Flujo másico de agua disponible} * 24 * 60 * 60$	Se aplicó esta fórmula para estimar el volumen del agua que el prototipo podría generar diariamente.
Volumen de agua por unidad de área por día. L/m ²	$\frac{\text{volumen de agua por día}}{\text{area del colector}}$	Se aplicó esta fórmula para estimar el volumen de agua diario teniendo en cuenta el área del colector.
Volumen de agua por mes (30 días - L)	$\text{volumen de agua por día} * 30$	Se aplicó esta fórmula para estimar el volumen de agua por mes.
Volumen de agua por unidad de área por mes (30 días- L/m ²)	$\text{Volumen de agua por unidad de area por dia} * 30$	Se aplicó esta fórmula para estimar el volumen de agua mensual teniendo en cuenta la unidad de área.

Fuente: elaboración propia.

Tmax: temperatura máxima

T_{min}: temperatura mínima

T_{pro}: temperatura promedio

hr: humedad relativa

ppv: presión parcial del vapor

V_{aire}: velocidad del aire.

D(agua): densidad del agua.

dg: diámetro de la gota.

dm: diámetro de la malla

Vis(agua): viscosidad del agua.

EA: eficiencia aerodinámica

ED: eficiencia de deposición

E de drenado: eficiencia de drenado.

Fase 4: Presupuesto.

En el presupuesto se estimó el costo que generaría los materiales fundamentales para la construcción del sistema, es importante resaltar que solo se consideró la malla raschel, soportes

de aluminio, canaletas y recipientes plásticos de 80 litros. El presupuesto no contempló mano de obra u otros gastos que podrían resultar indispensables para la instalación de un sistema de captación.

La razón por la cual no se estimaron los demás datos de costo es porque el proyecto no contempló información para implementación de prototipos, solo se centró en las estimaciones de datos y materiales esenciales.

9 Resultados

9.1 Fase 1: Recolección de datos meteorológicos.

Tabla 2. Variables meteorológicas del año 2020.

Mes Año: 2020	Temperatura Promedio	Presión de vapor	Humedad relativa	Velocidad del viento [km/h]	Precipitación mensual. [mm]
Enero	28,1°C	3,80491	70%	18,6	8,9
Febrero	28,1°C	3,80491	67%	19,8	0
Marzo	28,2°C	3,82712	66%	19,4	0
Abril	29,6°C	4,15015	70%	16,6	17,7
Mayo	29,8°C	4,19818	77%	12,0	248,1
Junio	29,1°C	4,03216	82%	11,2	414,3
Julio	28,9°C	3,98579	83%	12,3	412,3
Agosto	28,5°C	3,89444	83%	10,9	545
Sept	29,2°C	4,05552	84%	9,0	475,4
Octubre	28,6°C	3,9171	84%	9,1	421,3
Nov	28,0°C	3,78281	86%	12,6	539,1
Dic	28,2°C	3,82712	80%	16,4	84,7
Fuente:	Weather Spark (Aeropuerto internacional Ernesto Cortizo)	Calculadora tabla de vapor saturado por temperatura TLV	World Weather Online	Weather Spark (Aeropuerto internacional Ernesto Cortizo)	World Weather Online

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Variables meteorológicas del año 2021.

Mes Año: 2021	Temperatura Promedio	Presión de vapor	Humedad relativa	Velocidad del viento [km/h]	Precipitación mensual. [mm]
Enero	27,8°C	3,73895	71%	16,3	21,4
Febrero	28,1°C	3,80491	67%	15,5	0,2
Marzo	28,2°C	3,82712	67%	19,6	15,2
Abril	28,7°C	3,93988	75%	13,8	108,2
Mayo	28,9°C	3,98579	79%	13,8	170,4
Junio	28,4°C	3,87189	83%	9,17	327,1
Julio	28,7°C	3,93988	81%	11,8	257,1
Agosto	28,0°C	3,78281	82%	9,10	307,7
Sept	28,7°C	3,93988	85%	9,1	88,2
Octubre	28,1°C	3,80491	84%	6,8	120,2
Nov	28,0°C	3,78281	84%	10,6	77,7
Dic	27,8°C	3,73895	80%	13,9	14,6
Fuente:	Weather Spark (Aeropuerto internacional Ernesto Cortizo)	Calculadora tabla de vapor saturado por temperatura TLV	World Weather Online	Weather Spark (Aeropuerto internacional Ernesto Cortizo)	World Weather Online

Fuente: Elaboración propia.

Los datos presentes en la tabla 2 y 3 son los obtenidos de las bases de datos libres representativas de cada mes, en estas tablas solo se contempla la temperatura promedio, presión de vapor, humedad relativa y precipitación máxima, sin embargo en la tabla de Excel presente en anexos se puede evidenciar los datos completos.

Estos datos fueron fundamentales para el desarrollo de las fórmulas que proporcionaron las estimaciones de los litros de agua que el prototipo podría generar diaria y mensualmente, considerando los datos de las variables meteorológicas del periodo 2020-2021

9.2 Fase 2. Entrevistas.

Tabla 4. Percepción de la comunidad acerca de la problemática sobre el desabastecimiento del recurso hídrico presente en la vereda Bajo Ostión.

PREGUNTAS PLANTEADAS.	RESPUESTAS		
	Habitante 1	Habitante 2	Habitante 3
1. ¿Cuántas veces a la semana le suministran agua a la vereda?	¿Agua salobre o cómo? La suministras 3 veces a la semana. El agua para el consumo es una pelea acá en la vereda	2 veces a la semana, miércoles y sábados, solo dura desde las 5 hasta las 10 de la mañana.	Se coge agua los miércoles y los sábados nada más, ayer precisamente hubo una reunión

	<p>porque nos toca sacarla del tanque comunitario. Para cocinar no podemos usar el agua de la pluma porque nos enferma enseguida. El agua viene Cipacoa.</p>	<p>Solo la utilizamos para lavar.</p>	<p>sobre la cuestión del agua, que iban a mandar frecuentemente el agua.</p>
<p>2. ¿Desde cuándo se viene presentando el desabastecimiento de agua en la vereda?</p>	<p>Desde hace mucho tiempo, ayer hubo una reunión para tratar ese tema.</p>	<p>Tiene por ahí desde el año 2006, hace 18 años. Antes conseguíamos agua del pozo la cucamba, nosotros tomábamos agua de ahí.</p>	<p>Porque anteriormente había un acueducto regional de Cipacoa, que eso estaba programado que la turbina duraba 15 años y ya no tiene la fuerza que debería tener para bombear el agua para acá. Yo estoy acostumbrado al agua salobre de acá de la vereda.</p>
<p>3. ¿Sabe usted cuales son los motivos de la</p>	<p>Bueno, la suspensión de agua acá, cuando traen el agua es una sola pelea, porque el que</p>	<p>Sí, porque en estos tiempos no llueve se va secando la fuente del agua.</p>	<p>Algunos dicen por ahí que hay una urbanización por acá que ha crecido y se</p>

<p>suspensión de agua en la vereda?</p>	<p>está allá abajo coge más, y los que estamos acá cogemos menos.</p>		<p>han sumado más casas y es posible que sí, ya no abastece la turbina. Yo creo que es eso se ha desarrollado más esto. Y se seguirá desarrollando más.</p>
<p>4. ¿Qué alternativas tienen para abastecerse de agua cuando suspenden el servicio en la vereda?</p>	<p>Tenemos que avisarnos, porque nos avisan a nosotros el día que van a atraer el agua y ya uno sabe, entonces uno llena uno o dos “calambuquitos”.</p>	<p>Debo ir a Puerto a Comprar, así es como hacemos nosotros</p>	<p>Yo creo que, si no hubiera agua aquí, volviéramos a la antigüedad a buscar agua allá en la cucamba, es una reserva que siempre se ha mantenido ahí, pero esta descuidada. Es una reserva que tenemos, pero con lo poquito que nos mandan hemos sobrevivido.</p>
<p>5. ¿Qué propuestas han</p>	<p>Ayer hubo una reunión, yo no estuve, la</p>	<p>Ayer estábamos hablando</p>	<p>Precisamente ayer hubo una reunión</p>

recibido de la alcaldía del municipio de Tubará u otros entes para mejorar esta problemática en la vereda?	que estuvo fue una hija mía, no sé qué habrán dicho.	sobre eso, que nos van a traer agua de 4 bocas,	de eso que dijeron que iban a ponerse el overol para ver, pero no dijeron que tiempo, que se van a tirar un año.
6. Al momento de suspender el agua, ¿Esta se suspende todo el día o en ciertas horas?	No, esto lo ponen a las 5 de la mañana, y cuando viene a ser las 8 u 8:30 ya lo quitan. No lo ponen todo el día.	No, solo de 5 a 10 de la mañana	El agua nada más viene dos horas.
7. Cuando se abastecen de agua, ¿esta les alcanza para cubrir todas sus necesidades cotidianas?	Uno tiene que remediarse, porque tú sabes que a veces la motobomba, se daña y entonces queda uno que tiene que llenar los tanquecitos y asegurar y tenerlos ahí.	No, porque solo nos colocan el agua 3 veces a la semana, no alcanza, me toca comprar. Y lleno 10 pimpinas de los tanques comunitarios, para cocinar y beber, son 10 pimpinas por	No alcanza, la gente trata de economizar, yo porque vivo solo, pero me imagino en las casas donde hay más personas, me imagino que si tienen problemas.

		familia, no por persona.	
--	--	-----------------------------	--

Tabla 5. Percepción de la comunidad acerca de la problemática sobre el desabastecimiento del recurso hídrico presente en la vereda Bajo Ostión.

PREGUNTAS PLANTEADAS.	RESPUESTAS.	
	Habitante 4	Habitante 5
1. ¿Cuántas veces a la semana le suministran agua a la vereda?	Del agua del acueducto rural, dos veces a la semana, los miércoles y sábados, dos horas. Primero la colocan una hora, por decir de 5 a 6 de la mañana, luego la suspenden por acá por este sector y la suben para el otro sector de 8 a 10 de la mañana, no hay horario fijo. El acueducto Rural está ubicado por allá en Cipacoa. El proyecto del acueducto rural se iba a realizar aquí en cucamba (pozo natural de agua) pero el pozo no tenía la suficiente cantidad de agua para abastecer.	Dos veces por semana a veces porque siempre esta dañada la bomba que se encuentra en el pozo.

<p>2. ¿Desde cuándo se viene presentando el desabastecimiento de agua en la vereda?</p>	<p>Bueno, desde que empezó la constructora a succionar el agua de la comunidad, hasta hace poco me enteré de que a la constructora le estaban vendido el servicio, pero nosotros no sabíamos eso.</p>	<p>Hace tres años tenemos esta problemática que nos está afectando.</p>
<p>3. ¿Sabe usted cuales son los motivos de la suspensión de agua en la vereda?</p>	<p>Bueno, hasta el momento toda clase de verificación porque decían que eran las turbinas, verificamos las turbinas, decían que no se llenaba totalmente, y s que el pozo sacan agua del fondo y luego lo trasladan a una alberca de almacenamiento y luego la trasladan a gravedad para este sector.</p>	<p>Unas veces es porque se daña la bomba, otras veces porque cortan la luz que suministran a el area donde opera esta.</p> <p>Otras veces esta es la más continua, se realizó un proyecto donde se construyó una urbanización, entonces por colocarle el agua a este sector, la comunidad nativa de bajo ostión se queda sin este preciado líquido.</p>
<p>4. ¿Qué alternativas tienen para abastecerse de agua cuando</p>	<p>Se le solicita a la gobernación, por ahora nos están trayendo, yo diría que cada 15 días, pero por ejemplo un carro tanque de 15mil litros para el tanque que está ubicado allá adelante y el otro dentro de 8 días nuevamente se llena. Es</p>	<p>Las alternativas es comprar agua a carro tanque o de igual manera el agua para cocinar y tomar siempre se ha comprado porque el</p>

<p>suspenden el servicio en la vereda?</p>	<p>decir, cada 15 días se llena cada tanque. Por eso lo poquito que recogemos de la pluma la cogemos para lavar el baño y loza. Y el agua de los tanques es para consumo.</p>	<p>agua suministrada no es potable no es apta para el consumo humano</p> <p>O algunos vecinos que tienen albercas o aljibes dónde almacenan y ellos muy amablemente nos comparten un poco de su agua.</p>
<p>5. ¿Qué propuestas han recibido de la alcaldía del municipio de Tubará u otros entes para mejorar esta problemática en la vereda?</p>	<p>Bueno, hasta ayer que fue que nos reunimos con el alcalde dijo que iba a mandar un carro tanque más cercano, y el señor de la constructora dijo que durante un mes iba a mandar un carro tanque.</p>	<p>En las últimas reuniones realizadas a nivel comunidad con el primer mandatario la solución fue enviar un carro tanque con agua cada 8 días, pero este no es la solución ya que nos una población de 218 habitantes.</p>
<p>6. Al momento de suspender el agua, ¿Esta se suspende todo el día o en ciertas horas?</p>	<p>El sábado y el miércoles, cada dos horas.</p>	<p>Este servicio se suspende cada vez que hay bombeo o toca bombeo hacia Bajo Ostión Sin previo aviso o concertación con la comunidad.</p>

<p>7. Cuando se abastecen de agua, ¿esta les alcanza para cubrir todas sus necesidades cotidianas?</p>	<p>Bueno, en algunos momentos, de pronto no, cuando ya duramos unos días, de la red del acueducto que no nos alcanza, quedan los tanques secos, porque acá en el presupuesto que hicimos porque en el tanque de acá no había control, porque de pronto cogía agua la misma persona.</p>	<p>No se alcanza a abastecerse toda la comunidad porque el preciado líquido no está llegando a todos los sectores, las primeras viviendas o sea las de la entrada de bajo ostión se quedan sin agua porque no llega porque la capacidad del acueducto quedó pequeña ante la cantidad de población hoy, porque este acueducto tiene 16 años de estar funcionando.</p>
--	---	--

En las entrevistas implementadas en la comunidad de Bajo Ostión se evidencio la problemática existente respecto al desabastecimiento de agua, y para mitigar el déficit del preciado líquido la Gobernación del Atlántico ejecuto la instalación de dos depósitos de almacenamiento de agua potable, ubicados al inicio de la vereda.

La capacidad de ambos tanques equivale a 15.000 mil litros, uno de 5000 mil litros y el otro de 10.000 litros. Imagen 1 y 2.

De los 5 entrevistados, el entrevistado 1 manifestó la inconformidad que tiene acerca de la distribución del agua potable que llega a la vereda, debido a que no se le da la cantidad que le corresponde por familia.

De lo evidenciado en la visita que se realizó a la vereda cada familia tiene derecho a 20 “pimpinas” de 20 litros, esto se puede observar en la imagen 2 donde el depósito comunitario tiene un aviso donde se expone y recuerda la cantidad permitida por familia.

Imagen 1. Depósito de 5.000 litros que abastece a la comunidad de Bajo Ostión de agua apta para consumo.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 2. Depósito de 10.000 litros. que abastece a la comunidad de Bajo Ostión de agua apta para consumo.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 3. Medios de desplazamiento de la comunidad a los depósitos de almacenamiento de agua.



Fuente: Elaboración propia.

Durante la visita que se realizó a la vereda Bajo Ostión se evidenció que una parte de la población vive en condiciones de vulnerabilidad. Según el entrevistado número 1, al momento de abastecer su hogar de agua potable de los depósitos de almacenamientos comunitarios, no le es posible por la lejanía de su vivienda con dichos depósitos.

9.3 Fase 3: Ecuaciones para estimar la efectividad del prototipo y resultados de la estimación.

Los siguientes resultados corresponden a las estimaciones de un solo sistema de captación de niebla y rocío, para generar el suficiente volumen de agua que pueda abastecer a una comunidad completa se recomienda la implementación de más sistemas.

Considerando las fórmulas de la **tabla 1**. Formulas aplicadas para hallar las estimaciones del flujo de agua generado-diaria y mensualmente del sistema de captación, se generaron los siguientes resultados.

Tabla 6. Estimación de litros de agua que generaría el prototipo diaria y mensualmente con los datos del año 2020

Meses Año: 2020	Área de colector	Volumen de agua por unidad de área por día. [L/m ²]	Volumen de agua por unidad de área por mes. [L/m ²]	Volumen de agua por día [L].
Enero	3	12,9	368,9	36,8
Febrero	3	13,0	392,8	39,2
Marzo	3	12,8	385,3	38,5
Abril	3	10,9	329,0	32,9
Mayo	3	7,8	234,9	23,4
Junio	3	7,2	218,2	21,8

Julio	3	8,0	240,2	24,0
Agosto	3	7,0	212,2	21,2
Septiembre	3	5,8	174,6	17,4
Octubre	3	5,8	176,4	17,6
Noviembre	3	8,2	246,8	24,6
Diciembre.	3	10,8	324,8	32,4

Tabla 7. Estimación de litros de agua que generaría el prototipo diaria y mensualmente con los datos del año 2021

Meses Años: 2021	Área de colector	Volumen de agua por unidad de área por día. [L/m²]	Volumen de agua por unidad de área por mes. [L/m²]	Volumen de agua por día [L].
Enero	3	10,7	321,4	32,1
Febrero	3	10,2	306,0	30,6
Marzo	3	12,9	388,6	38,8
Abril	3	9,0	270,6	27,0
Mayo	3	9,0	270,7	27,0
Junio	3	5,8	176,4	17,6
Julio	3	7,7	231,5	23,1
Agosto	3	5,8	175,1	17,5
Septiembre	3	5,8	175,0	17,5

Octubre	3	4,3	129,5	12,9
Noviembre	3	6,9	207,0	20,7
Diciembre.	3	9,1	273,7	27,3

En las tablas 7 y 8 se evidencia los resultados estimados que el prototipo podría generar diaria y mensualmente en la vereda bajo Ostión considerando la variabilidad meteorológica presente en la zona en el periodo 2020-2021. Es relevante resaltar que en las presentes tablas solo se considera el resultado directo, la información completa se puede observar en la tabla de Excel presente en anexos.

9.4 Fase 4. presupuesto.

Tabla 8. Estimación del presupuesto de los insumos relevantes para la instalación de un sistema.

Insumo	Unidad	Precio
Malla Raschel	3 metros de 35% de sombra	\$156.000
Soporte Aluminio	10 metros (4unidades)	\$194.400
Canaleta plástica	3 m	\$94.800
Depósitos de agua	80L	\$65.000
Grapas.	4 unidades.	\$28.000
Broche plástico para fijación.	Paquete de 50 unidades.	\$50.000
Total:		\$587.800

Para la selección de los precios presentes en la tabla de presupuesto se llevó a cabo la comparación de diversos materiales y se seleccionaron los de menor costo, pero de calidad garantizada, en medio del análisis se hallaron postes de madera que podrían funcionar como una alternativa viable, sin embargo, en este proyecto se seleccionaron los de aluminio por su durabilidad y resistencia que podría darle al sistema mayor ajuste.

10 Discusión

Considerando los resultados obtenidos en el presente proyecto, los litros de agua que un solo sistema podría generar no serían suficiente para proporcionar el recurso hídrico a la comunidad completa, por tanto, se estima que la implementación de más sistemas en la vereda generaría la cantidad adecuada para que los 215 habitantes de Bajo Ostión tengan una alternativa para solucionar la problemática presente por la limitación del recurso hídrico.

Se estima que el sistema diariamente generaría entre 12 a 38 L de agua, esto considerando los datos meteorológicos de los periodos 2020-2021, mensualmente arrojó resultados alentadores entre 388,6 a 1178,6 L de agua que sumados a la implementación de más sistemas se convierte en una herramienta optima por el bajo costo, por no generar impactos negativos al ambiente y por ser un sistema sencillo de implementar. Es importante resaltar que estos sistemas no reemplazan a los suministros de agua principales, los capta nieblas y rocío funcionan como una alternativa auxiliar para suplir necesidades mínimas.

Por lo anterior se admite la hipótesis planteada en la investigación: Un sistema de captación de agua por rocío suple parcialmente las necesidades del recurso hídrico en la vereda Bajo Ostión, Municipio de Tubará, Departamento del Atlántico.

Con base a las investigaciones desarrolladas acerca de los sistemas de captación, se destaca la del investigador Kevin Mora, donde determina que de *“acuerdo con la OMS la cuota de agua mínima de “supervivencia” son 7 litros diarios por persona, que se reparten de 3 a 4 litros para beber y de 2 a 3 para limpieza y preparación de comida”* (Organización Mundial De La Salud, 2009).

En la investigación se precisa que de acuerdo con los resultados se obtuvo un promedio de recolección de 0.6955 L/m² día, por lo tanto, se requeriría un área de malla de 10 m². Lo cual resultaría viable, ya que, no es una malla de gran tamaño, se puede instalar de 2 metros de alto y 5 metros de largo y el costo no se elevaría significativamente. Y se supliría la necesidad mínima de supervivencia, en caso en los cuales falte el líquido del acueducto. Ya como se ha expresado en anterioridad, este es un sistema coadyuvante a el sistema principal de suministro de agua que proporcionan los acueductos. (K, Mora. 2020)

Considerando lo anterior se concuerda que los sistemas captadores de rocío y niebla son una alternativa optima que está sujeta a las condiciones meteorológicas de las zonas donde se requiera su implementación, sin embargo, estos cumplen su función y resultan de gran utilidad para gestionar problemáticas relacionadas con el desabastecimiento del recurso hídrico.

11 Conclusiones.

Los sistemas captadores de rocío y niebla prometen ser una alternativa viable para cubrir parcialmente las necesidades de pequeñas poblaciones que presenten problemáticas de desabastecimiento. Considerando los resultados generados en la presente investigación se concluye que las estimaciones realizadas correspondientes a lo que un solo sistema podría generar son alentadoras, aunque un solo sistema no cubra las necesidades de los 215 habitantes de la vereda Bajo Ostión, Tubará, Atlántico.

Es relevante destacar que la factibilidad de los sistemas está fuertemente relacionada con las variables meteorológicas presentes en la zona de estudio, el volumen de agua del sistema varía de acuerdo con los factores climáticos, por lo tanto, el volumen de agua estimado no será el mismo diariamente, lo que nos indica que los datos mensuales también varían.

El cien por ciento de efectividad de los prototipos no se determina a través de estimaciones, para ello se debe implementar el sistema en una zona estratégica y realizarle el seguimiento correspondiente en un periodo de tiempo determinado, con la finalidad de obtener datos con mayor confiabilidad para así poder precisar el volumen de agua real que los prototipos podrían generar.

Considerando la zona de estudio seleccionada para desarrollar la presente investigación, se puede concluir con base a la vulnerabilidad que presentan diversos hogares, no solo con el recurso hídrico, sino también con las limitaciones económicas, de infraestructura y servicio público integral presente en la vereda, que los sistemas captadores de niebla y rocío son una

alternativa pertinente que se puede implementar a futuro en la zona, considerando la accesibilidad y bajo costo que requieren los insumos que conforman los atrapanieblas.

12 RECOMENDACIONES

Se debe realizar un estudio de campo sobre la efectividad de los sistemas captadores de rocío y niebla que permita generar las comparaciones entre las estimaciones realizadas a través de la aplicación de cálculos con los datos obtenidos directamente de campo que pueden generar resultados con mayor confiabilidad.

Teniendo en cuenta la demanda de agua que se necesita para abastecer a la comunidad, esta supera la oferta de agua captada por los sistemas atrapanieblas, por lo tanto, se deberá ampliar la malla de captación, o implementar otras mallas atrapanieblas en la zona para cubrir la demanda hídrica que requiera la comunidad de la vereda de Bajo Ostión.

El agua obtenida por el sistema de captación será empleada solo para irrigación de jardines, uso para limpieza y salubridad. Por ende, es necesario buscar medidas adecuadas con ayuda de entidades para que proporcionen estudios sobre el tratamiento por la que debe pasar el agua para que esta sea apta para el consumo humano.

Se recomienda profundizar en estudios relacionados sobre los impactos que podría generar en la salud humana el consumo de agua captada del ambiente que no cuente con un tratamiento previo para garantizar su consumo.

Ampliar el conocimiento acerca de los sistemas captadores de rocío y niebla como una alternativa para el riego de cultivos de los cuales subsisten diversas familias que pueden verse afectadas en épocas de sequía.

Generar estrategias que contribuyan a la implementación de los sistemas captadores de rocío y niebla en las instituciones educativas de las zonas vulnerables, con la finalidad de minimizar la inasistencia escolar por la falta del recurso hídrico.

13 Referencias.

Acero, J. C. (2019). Propuesta de un modelo de negocio para un sistema de captación de agua niebla en Colombia. [Tesis, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional UA.

<http://hdl.handle.net/1992/45397>

Acosta, L. D., Herrera, S. (2021). Metodología para el uso de captadores de rocío. Una aproximación a una solución sostenible para el recurso hídrico en Maicao, La Guajira. [Tesis, Universidad América].

Repositorio Institucional UAMERICA.

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8594/1/3161238-2021-2-II.pdf>

Ávila, C. (2015, 22 de marzo). ¿Como es el avance en la cobertura de acueducto en Colombia? El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15445939>

Baquero, S. V., Del Vasto, A. L., Mejía, S. M. (2018). Evaluación de la calidad de agua de niebla recolectada en Choachí, Colombia. [Tesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio

Institucional UNIMINUTO. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1693>

Bautista-Oliva, A.L., Tovar-Salinas, J. L., Mancilla-Villa, O. R. (2018). ¿Puede utilizarse el agua atmosférica para el consumo doméstico y universal? Agro Productividad, 2(6). [https://revista-](https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/459/339)

[agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/459/339](https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/459/339)

Barón, J. D. (2002). Documento de trabajo sobre economía regional, perfil socioeconómico de Tubará: Población dormitorio y destino turístico del Atlántico.

<https://www.banrep.gov.co/es/perfil-socioeconomico-tubara-poblacion-dormitorio-y-destino-turistico-del-atlantico>

Bustos, J., Giraldo, J. R. (2021). Prototipo recolector de agua atmosférica a partir de un sistema de Atrapanieblas en el sector Camellón Las Lajas-Tenjo, Cundinamarca, con punto de control en la vereda Los Colorados en el municipio de Pasca-Cundinamarca. [Tesis, Universidad Antonio Nariño].

Repositorio Institucional UAN. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5182>

Billmeyer, F. (2004). Ciencias de los polímeros. Editorial:

Reverté. [https://books.google.com.co/books?id=vL9QrpOKsQcC&printsec=frontcover&dq=cien](https://books.google.com.co/books?id=vL9QrpOKsQcC&printsec=frontcover&dq=cien+cia+de+los+polimeros#v=onepage&q=ciencia%20de%20los%20polimeros&f=false)
[cia+de+los+polimeros#v=onepage&q=ciencia%20de%20los%20polimeros&f=false](https://books.google.com.co/books?id=vL9QrpOKsQcC&printsec=frontcover&dq=cien+cia+de+los+polimeros#v=onepage&q=ciencia%20de%20los%20polimeros&f=false)

Cabeza, C. G., Castillo, Y. K. (2016). Diseño de un sistema de recolección agua por rocío y niebla para el abastecimiento de agua en la comunidad del barrio La Esperanza, Localidad de Chapinero.

[Universidad la Gran Colombia]. Repositorio Institucional UGC.

[https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5285/Dise%C3%B1o_sistema_recolecci%C3%B3n_agua](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5285/Dise%C3%B1o_sistema_recolecci%C3%B3n_agua_abastecimiento_comunidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
[abastecimiento_comunidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5285/Dise%C3%B1o_sistema_recolecci%C3%B3n_agua_abastecimiento_comunidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA. (2018, 16 de julio). Auto. No 00001011 de 2018. https://www.crautonomia.gov.co/documentos/autos/23141_auto%201011%20de%202018.pdf

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas ONU-DAES. (2014). Decenio Internacional para la Acción “el agua fuente de vida” 2005-2015.

https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml }

De Hoyos, C. A, Noguera, C. J. (2014). Demanda del recurso hídrico en el departamento del Atlántico. [Tesis, Universidad de la Costa]. Repositorio Institucional CUC.

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/624/1140841236.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guerrero, D. A. (2014). Evaluación de la tecnología de captura de agua de neblina como alternativa a los escasos de agua para consumo humano en la comunidad de Shaushi del Cantón Quero provincia de Tungurahua. [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional

UTA. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7690>

Gómez, A. J., Quinteros, J. A. (2020). Diseño e implementación de torres atrapanieblas tres D y ecosistema informático de monitoreo con internet de las cosas y aprendizaje automático. [Tesis, Universidad Central de Ecuador]. Repositorio Digital.

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

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM. (2007). Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo. Bogotá: Milenio editoresimpresores.<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/020702/CARACTERIZACIONCLIMATICACORRECCIONFOPAECpublicacionMA.pdf>

Juliao, P; León, J; & Polo, R. (2016). Diseño mediante modelos matemáticos de un prototipo para la captación de niebla en la vereda de Leticia, corregimiento de Pasacaballos (Bolívar), como método de recolección de agua. [SIMULADOR: EFICIENCIA DE COLECCIÓN Manual de usuario \(usbcali.edu.co\)](#)

Li Lou. (2020, 02 de septiembre). Colombia: rica en agua, pero con sed de inversiones. El País. <https://elpais.com/economia/2020-09-02/colombia-rica-en-agua-pero-con-sed-de-inversiones.html>

Mahecha, C. H. (2021). Análisis de los componentes físicos y ambientales para la captación de agua niebla como complemento de abastecimiento para zonas rurales del departamento de Cundinamarca. [Tesis, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional UCATOLICA. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26400/1/20210517%20Trabajo%20de%20grado.pdf>

Mendoza, B. C., Castañeda, F. R. (2014). Criterios Metodológicos para la Definición de Sistemas de Captación de agua con base en lluvia horizontal. [Tesis, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional UC. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1748/1/Atrapanieblas%20B.%20Mendoza%20F.%20Casta%C3%B1eda.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). Análisis del Capacidades y Entornos del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Dimensión Agua Potable y Saneamiento Básico 34). https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-11/analisis-de-capacidades-y-entorno-2020_0.pdf

ONU. (s.f.) Objetivos de Desarrollo Sostenible, Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Moreno, F. J. (2020). Captación de agua de niebla en la conservación del medio ambiente en las Lomas de Lima, Distrito de Comas 2020. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional CV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65213>

Osseiran, N. (2017). Organización Mundial de la Salud: 2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro. [https://www.who.int/es/news/item/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%2C%20alrededor,\(OMS\)%20y%20del%20UNICEF.](https://www.who.int/es/news/item/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%2C%20alrededor,(OMS)%20y%20del%20UNICEF.)

Muñoz, L. M. (2020). Evaluación de la viabilidad de la utilización del agua atmosférica en la ciudad de Villavicencio, Meta. [Tesis, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Institucional USTA. <https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/30563/6/2020linamu%C3%B1oz.pdf>

Pascual, J. A., Naranjo, M. F., Payano, R., Medrano, O. (s.f.). Tecnología para la recolección de agua de niebla. [Tesis, Universidad de Alcalá de Henares]. Repositorio Digital. <https://docplayer.es/20672911-Tecnologia-para-la-recoleccion-de-agua-de-niebla.html>

Pérez, J. (2018, 02 de agosto). Desespero por falta de agua. El Heraldo. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/desespero-por-falta-de-agua-526084>

Real Academia Española. (s.f.). Rocío. <https://dle.rae.es/roc%C3%ADo>

Real Academia Española. (s.f.). Niebla. <https://dle.rae.es/niebla>

Rodríguez, R., Capa, B., Portela, A. (2004). Meteorología y climatología. España: Fundación española para la ciencia y la tecnología. <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>.

Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación (6 ed.). McGraw W-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Shingre, B. E. (2021). Estudio de factibilidad de agua de neblina para abastecimiento local en el sector Las Chinchas, Cantón Catamayo, provincia de Loja. [Tesis, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53458>

Zúñiga, I., Crespo, E. (2015). Meteorología y Climatología. UNED. <https://toaz.info/doc-view>

	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	Densidad del agua [Kg/m ³]	diámetro de la malla [mm]	Stokes	Eficiencia de deposición	Eficiencia de drenado	Eficiencia total	Flujo masico de agua disponible [Kg/s]	Volumen de agua por dia [L]
2	1000	1	54,99000551	0,972228181	1	0,194445636	0,000427044	36,8966018
3	1000	1	58,45790188	0,973832577	1	0,194766515	0,000454724	39,28818111
4	1000	1	57,36970109	0,973349456	1	0,194669891	0,000446038	38,53769879
5	1000	1	49,20004751	0,969061055	1	0,193812211	0,000380835	32,9041793
6	1000	1	35,54313321	0,957676367	1	0,191535273	0,000271891	23,49139893
7	1000	1	33,1253625	0,954727083	1	0,190945417	0,000252616	21,82600661
8	1000	1	36,32367336	0,958548138	1	0,191709628	0,000278115	24,02913238
9	1000	1	32,24963453	0,95355481	1	0,190710962	0,000245635	21,22290642
10	1000	1	26,79537225	0,944624304	1	0,188924861	0,000202181	17,46840734
11	1000	1	27,05237938	0,945121522	1	0,189024304	0,000204227	17,64523808
12	1000	1	37,26888845	0,959556924	1	0,191911385	0,000285652	24,68036533
13	1000	1	48,59338378	0,968686893	1	0,193737379	0,000375994	32,48590471
14	1000	1	48,0984071	0,968374844	1	0,193674969	0,000372044	32,14464199
15	1000	1	45,86421291	0,966885295	1	0,193377059	0,000354217	30,60435991
16	1000	1	57,84564021	0,973562933	1	0,194712587	0,000449837	38,86592987
17	1000	1	40,73118687	0,962867076	1	0,192573415	0,000313267	27,06623215
18	1000	1	40,74038836	0,962875151	1	0,19257503	0,000313334	27,07257367
19	1000	1	27,05904252	0,945134294	1	0,189026859	0,00020428	17,64982271
20	1000	1	35,04815653	0,957104281	1	0,191420856	0,000267945	23,1504181
21	1000	1	26,86200373	0,944754075	1	0,188950815	0,000202711	17,51425141
22	1000	1	26,85248495	0,944735574	1	0,188947115	0,000202635	17,50770222
23	1000	1	20,22741245	0,927939202	1	0,18558784	0,000149927	12,95371247
24	1000	1	31,49511238	0,95249499	1	0,190498998	0,000239622	20,70333277
25	1000	1	41,17825235	0,963255409	1	0,192651082	0,000316833	27,37434696

	AA	AB	AC
1	Volumen de agua por unidad de area por dia [L/m ²]	Volumen de agua por mes (30 dias) [L]	Volumen de agua por unidad de area por mes (30 dias) [L/m ²]
2	12,29886727	1106,898054	368,966018
3	13,09606037	1178,645433	392,8818111
4	12,8458996	1156,130964	385,3769879
5	10,96805977	987,1253791	329,041793
6	7,830466309	704,7419678	234,9139893
7	7,275335537	654,7801983	218,2600661
8	8,009710794	720,8739714	240,2913238
9	7,07430214	636,6871926	212,2290642
10	5,822802447	524,0522202	174,6840734
11	5,881746026	529,3571423	176,4523808
12	8,226788443	740,4109599	246,8036533
13	10,8286349	974,5771414	324,8590471
14	10,71488066	964,3392597	321,4464199
15	10,2014533	918,1307972	306,0435991
16	12,95530996	1165,977896	388,6592987
17	9,022077384	811,9869646	270,6623215
18	9,024191225	812,1772102	270,7257367
19	5,883274236	529,4946812	176,4982271
20	7,716806033	694,512543	231,504181
21	5,838083803	525,4275423	175,1425141
22	5,835900739	525,2310665	175,0770222
23	4,317904155	388,611374	129,5371247
24	6,901110924	621,0999832	207,0333277
25	9,124782319	821,2304087	273,7434696

▲	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SUMA	PROMEDIO EN KM/H	km/h a m/s
2	18,8	18,8	18,9	18,9	18,9	19	19,1	19,1	19,1	19,2	19,1	19,2	19,3	19,4	577,7	18,63548387	5,1765233
3	19,9	19,9	20	20	20	20	20	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	554,7	19,81071429	5,50297619
4	19,4	19,4	19,4	19,3	19,2	19,2	19,1	19	19	18,9	18,8	18,7	18,6	18,6	602,7	19,44193548	5,40053763
5	16,4	16,2	16	15,9	15,7	15,5	15,3	15,2	15,1	14,9	14,7	14,6	14,5	14,5	500,2	16,67333333	4,63148148
6	11,6	11,5	11,4	11,2	11,1	11	10,9	10,8	10,8	10,7	10,6	10,6	10,5	10,4	373,4	12,04516129	3,34587814
7	11,4	11,5	11,6	11,7	11,7	11,7	11,8	11,9	12	12	12,1	12,1	12,2	12,3	348	11,22580645	3,11827957
8	12,4	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,2	12,2	12,1	12	11,9	11,9	11,9	11,8	381,6	12,30967742	3,41935484
9	10,8	10,8	10,7	10,6	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4	10,3	10,2	10,2	10,2	10,1	338,8	10,92903226	3,03584229
10	9,2	9,2	9,2	9,3	9,3	9,1	9,1	9,1	9	9	9	9	9	9	281,5	9,080645161	2,52240143
11	9,5	9,6	9,6	9,7	9,8	9,8	9,9	9,9	10	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	284,2	9,167741935	2,54659498
12	13	13,2	13,2	13,3	13,5	13,7	13,8	14	14,2	14,2	14,3	14,5	14,6	14,6	378,9	12,63	3,50833333
13	16,7	16,8	16,9	17	17,1	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,7	17,8	510,5	16,46774194	4,57437276
14																	
15	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SUMA	PROMEDIO EN KM/H	km/h a m/s
16	17	22,6	23,3	19,2	17,4	15,9	20	20,3	20	14	20	25,9	22,2	20,3	505,3	16,3	4,52777778
17	15,1	13,7	13,7	20,7	22,9	17	21,1	25,5	22,2	24	26,3				435,2	15,54285714	4,31746032
18	15,2	17	21,1	18,5	12,5	12,2	15,2	16,2	23,3	17,7	21,5	21,1	21,1	21,1	607,7	19,60322581	5,4453405
19	5,9	10,7	10,3	10	18,1	17	12,5	15,9	18,5	22,2	15,5	10,3	11,8	11,8	414,1	12,30967742	3,83425926
20	8,5	8,8	12,6	15,1	12,2	12,9	11,8	14,4	20,7	18,5	11,1	14	16,3	19,2	428	13,80645161	3,83512545
21	9,6	10,3	9,6	8,1	7	12,2	5,5	7,4	10	5,5	8,8	12,9	13,3	19,2	275,1	9,17	2,54722222
22	17,7	12,2	15,2	15,9	18,1	11,8	17,7	9,2	8,1	8,1	11,4	10	11,1	13,7	368,2	11,87741935	3,2992815
23	4,8	6,6	4	7	12,2	9,2	6,6	7,7	8,5	6,6	11,8	11,8	8,8	8,8	282,2	9,103225806	2,52867384
24	14,8	9,2	11,1	11,8	8,8	7	8,8	10	11,4	11,4	10,7	5,5	5,9	5,9	273	9,1	2,52777778
25	7	7,7	5,9	7	8,1	7,7	6,2	7	5,5	8,5	4,4	7,4	5,1	5,1	212,5	6,84838871	1,90412186
26	14,8	12,9	11,1	11,4	11,4	8,1	7	11,8	11,1	8,9	11,4	13,3	13,7	13,3	320,2	10,67333333	2,96481482
27	14	12,2	12,9	7,4	6,2	8,5	17,4	18,1	17,4	18,1	10,7	14	14	19,2	432,6	13,95483871	3,87634409
28																	

Anexo 4. Temperaturas

▲	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	2020		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	Enero	Temperatura Maxima	33,3	31,3	32,2	33,1	31,7	31,3	32	32,8	31,3	32,3	32,5	32	32,7	30,8	31,1	31,8
3		Temperatura Minima	25	23,4	23	23	25,8	24,2	24,2	25,7	24,7	24,7	25	25	24,5	24,3	24	24,9
4	Febrero	Temperatura Maxima	33,8	32,1	32,1	32,4	33	33	33,1	33	31,1	32	32,1	31,4	33,4	32,4	31,3	31,3
5		Temperatura Minima	25,2	26	25,6	23,6	23,7	22,6	21	21	24,8	24,8	24,9	24,9	25,6	24	24,9	24,9
6	Marzo	Temperatura Maxima	32,8	31,9	33,5	32	33	33,2	30,3	30,9	33,1	31,6	31,1	33,6	33,2	31,2	32,8	32
7		Temperatura Minima	23,9	23,9	24	24	23,1	23,1	24,8	25	25,3	25	24	24,7	25	23,6	23,6	25
8	Abril	Temperatura Maxima	33,3	34,4	32,8	32,7	34,3	37,6	33,7	32,4	34	33	33,2	34,7	34,3	33,1	34,4	33,5
9		Temperatura Minima	24,9	25,7	26,1	26,2	26,3	26,5	26,4	25,7	25,7	26,2	26,2	24,4	24,4	24,2	24	24,4
10	Mayo	Temperatura Maxima	35	32,9	33,5	33,7	33,9	33	34,2	35,6	38,1	33,6	36,9	33,2	35,9	33,7	36,4	33,4
11		Temperatura Minima	10	23,9	26,7	26,6	26,6	25,9	25,9	26,8	26,5	26,5	27,6	27	26,2	26	26,1	27
12	Junio	Temperatura Maxima	33,9	33,7	32,1	34,1	33,8	34	35,8	34,7	35,6	30,6	32,6	31	35,2	35,3	33,6	33,7
13		Temperatura Minima	24,6	23,1	23,1	23,1	26,1	25,6	25,5	25,5	21,9	21,9	23,6	24,5	25	26,7	27,1	25,6
14	Julio	Temperatura Maxima	33,2	32	32,8	32,6	32,8	31,6	33,1	31,3	32,2	34,7	28,3	31,7	34	33,2	33,7	32,8
15		Temperatura Minima	24,4	23,3	23,3	24,8	23,5	23,5	24,7	23,9	23,9	25,8	23,4	23	24,4	25,9	25,5	25,5
16	Agosto	Temperatura Maxima	35,4	35,4	36,2	35,6	33,3	31,3	35,1	33,6	34,1	34,6	31,6	32,6	33,5	32,9	32,4	33,5
17		Temperatura Minima	26	24,6	23,7	23,5	23,5	26	24,8	24,8	25,8	23,3	23,3	25,7	24,4	24	25,9	25,2
18	Septiembre	Temperatura Maxima	31,6	31,1	31,7	32,5	34,9	35,2	31,5	31	32,5	33,3	35,1	32,8	32	34	33,1	31
19		Temperatura Minima	23,7	24,1	24,1	23,6	26	22,7	21,9	21,9	23,5	24,5	24,4	24,4	25,6	25,9	22,4	22,4
20	Octubre	Temperatura Maxima	32	32	30	31	29	32	34	32	32	35	33	33	31	29	33	32
21		Temperatura Minima	25	25	24	24	23	25	24	24	25	25	25	25	24	23	24	26
22	Noviembre	Temperatura Maxima	28	33	33	33	31	29	33	32	31	32	31	32	28,2	25	30	31
23		Temperatura Minima	24	23	25	25	25	24	32	33	33	24	24	24	24	23	24	24
24	Diciembre	Temperatura Maxima	32	32	21	32	32	32	31	31	31	31	32	32	31	33	33	32
25		Temperatura Minima	22	25	25	24	24	25	26	26	26	27	26	26	24	23	25	25
26																		

Tabla correspondiente al año 2020.

▲	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SUMA	MAX Y MIN	IMA MAX Y MT	PROMEDIO
2	29,1	31,3	31,4	35	32,7	33,2	31,7	31,1	30,8	31,2	33	32,9	33	34,9	34,1	997,6	32,1	56,3	28,15
3	24,9	24,9	24	20	23,7	24,1	22,6	25,2	25,6	20	24,9	25,6	26	25	25	752,9	24,2		
4	31,9	32,3	30,6	30,9	32,6	31,4	32,5	31,1	33,5	32,8	33	32,1	31			933,2	32,1	56,3	28,15
5	25	25	24,7	24,2	24	24,4	24,3	23,6	23,6	24,1	24	24	24,4			702,8	24,2		
6	32,7	32,9	33,3	31,5	31	31,6	33	34	33,5	33,4	32,2	32,6	32,9	33	32,5	1006,3	32,4	56,5	28,25
7	24,1	24	23,7	23,7	24,2	23,9	23,9	24	24,8	24,1	24,1	23,9	23,8	24,9	24,9	748,9	24,1		
8	33,2	35,3	32,1	37	36,1	34	33,3	33,7	34,4	33,9	32,8	33,6	33	35,8		1019,6	33,9	59,3	29,65
9	25	25	25,4	25,4	25,8	26,2	25,3	25	24,9	24,9	25,5	25,5	26	25,2	24	762,4	25,4		
10	36,4	36	33	33	35,5	35,6	36,4	36,1	37	35,9	34,3	32,8	32	30,4	30	1067,4	34,4	59,6	29,8
11	26	25	24,4	24,4	26,9	25,2	25,2	27,5	23,8	23,8	25,9	25,4	24,5	24,1	24,1	781,5	25,2		

26	2021		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
27		Temperatura Maxima	32	31	32	33	32	32	32	31	31	31	33	31	32,3	32	32	32
28	Enero	Temperatura Minima	23	25	25	23	24	24	23	24	25	25	26	25	25	22	23	24
29		Temperatura Maxima	32	32	32	32	32	32	32	32	31	33	32	32	32	30	31	31
30	Febrero	Temperatura Minima	25	24	24	24	24	25	24	25	25	25	26	26	24	17	26	24
31		Temperatura Maxima	31	30	31	32	33	32	31	31	31	31	31	31	28	29	31	31
32	Marzo	Temperatura Minima	25	24	23	23	24	25	25	25	26	24	25	24	25	26	24	25
33		Temperatura Maxima	31	32	30	34	31	32	28	34	31	32	34	34	33	33	32	33
34	Abril	Temperatura Minima	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24	24	25	26	26	24
35		Temperatura Maxima	32	33	30	28	31	32	32	32	31	33	33	32	33	32	32	32
36	Mayo	Temperatura Minima	25	25	25	24	24	25	25	25	26	25	24	27	25	26	26	26
37		Temperatura Maxima	31	31	34	33	34	34	30	30	30	32	33	33	34	31	32	32
38	Junio	Temperatura Minima	26	25	25	26	26	26	24	25	24	24	24	24	23	24	24	25
39		Temperatura Maxima	32	32	33	32	33	33	33	32	31	29	30	33	33	34	31	34
40	Julio	Temperatura Minima	25	24	24	24	25	26	25	25	26	26	25	25	25	26	25	26
41		Temperatura Maxima	33	29	31	32	32	33	31	33	32	33	33	32	32	33	31	33
42	Agosto	Temperatura Minima	26	23	25	25	26	26	25	25	25	25	25	25	24	25	24	23
43		Temperatura Maxima	31	31	32	31	29	33	31	32	34	34	29	30	33	33	32	31
44	Septiembre	Temperatura Minima	24	25	27	25	24	24	25	24	25	26	26	26	24	25	26	26
45		Temperatura Maxima	32	34	33	33	33	31	32	34	33	31	32	33	32	32	32	31
46	Octubre	Temperatura Minima	24	25	25	25	24	24	26	26	25	25	26	26	24	23	25	23
47		Temperatura Maxima	31	32	32	31	32	33	33	31	32	31	32	32	32	32	31	32
48	Noviembre	Temperatura Minima	23	25	23	23	24	25	25	25	27	25	24	25	24	25	26	24
49		Temperatura Maxima	35	32	32	31	33	31	31	32	31	31	31	31	31	31	30	32
50	Diciembre	Temperatura Minima	26	26	25	25	26	25	26	25	24	26	25	25	25	25	25	25
51																		
52																		
53																		

Tablas correspondientes al año 2021

27	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SUMA	MAX Y MIN	MA MAX Y MI	PROMEDIO
28	32	32	31	34	31	31	32	30	31	31	32	30	29	30	31	976,3	31,49		27,83
29	24	24	25	25	25	25	23	24	25	25	24	23	24	23	24	749	24,16	55,65	
30	32	32	31	32	31	31	32	31	32	31	32	32				887	31,68	56,04	28,02
31	25	24	23	25	24	25	25	24	25	25	24	25				682	24,36		
32	33	32	32	35	31	33	31	33	32	31	32	32	35	32	32	980	31,61	56,45	28,23
33	25	25	25	24	25	24	25	25	25	26	26	25	25	26	26	770	24,84		
34	33	34	32	33	33	33	33	34	33	32	33	30	32	30		969	32,3	57,3	28,65
35	24	24	26	25	25	26	25	25	26	25	26	25	24	26		750	25		
36	33	32	33	36	34	33	32	33	32	33	33	31	34	32	33	1002	32,32	57,9	28,95
37	26	25	25	26	27	26	27	26	26	26	26	26	26	26	26	793	25,58		
38	33	32	32	33	31	32	30	31	32	31	32	33	32	33		961	32,03	56,8	28,4
39	26	22	25	27	25	26	25	23	24	24	24	25	26	26		743	24,77		
40	32	32	33	34	34	34	34	32	29	31	33	32	34	32	32	1003	32,35	57,48	28,74
41	26	26	24	26	26	27	26	22	23	24	24	25	26	26	26	779	25,13		
42	31	32	32	31	33	31	33	30	29	33	31	33	32	28	28	980	31,61	56,2	28,08
43	24	25	23	23	23	27	25	23	24	25	24	25	26	23	24	761	24,55		
44	33	33	33	33	33	31	32	32	34	33	34	32	31	33		963	32,1	57,4	28,7
45	26	28	26	26	25	25	24	25	27	26	27	25	23	24		759	25,3		
46	31	33	33	33	32	33	33	31	33	33	32	32	27	30	31	995	32,1	56,484	28,2
47	24	24	25	25	23	23	25	25	26	25	25	24	23	23	23	756	24,39		
48	31	32	31	31	33	31	30	30	31	30	31	31	32	31		944	31,47	56,13	28,07
49	25	24	25	25	26	26	26	24	24	23	23	25	25	26		740	24,67		
50	31	30	34	31	32	32	32	32	31	32	31	32	31	33	30	979	31,58	56,65	28,3
51	25	25	25	25	23	23	24	26	26	26	26	25	24	24	24,2	777,2	25,07		
52																			
53																			

Tablas correspondientes al año 2021

Anexo 5. Simulación del prototipo en la plataforma AutoCAD Online.

