



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA DEL CAPTADOR DE AGUA PRISMÁTICO OPTIMIZADO DEL TRADICIONAL EN LA ZONA ALTO ANDINA DE CONGAS, ANCASH EN 2021.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Víctor Aarón Flores Bazán

Asesor:

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2021

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Alejandro Vildoso Flores, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Flores Bazán, Víctor Aarón

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: Análisis comparativo de la eficiencia del captador de agua prismático optimizado del tradicional en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021. para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Flores Bazan Víctor Aarón para aspirar al título profesional con la tesis denominada: Captación de agua por neblina por el método de mallas en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia,

Por acompañarme y apoyarme incondicionalmente

en cumplir una meta tan importante,

y en las que se avecinan, sé que siempre

contaré con ustedes.

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi familia y maestros que me guiaron con sus enseñanzas y lecciones, siendo el soporte en todo ámbito para poder realizar mis metas a lo largo de mi vida.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FÓRMULAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema	31
1.2.1. Problema general	31
1.2.2. Problemas específicos.....	31
1.4. Objetivos.....	34
1.4.1. Objetivo general	34
1.4.2. Objetivos específicos.....	34
1.5. Hipótesis.....	34
1.5.1. Hipótesis general	34
1.5.2. Hipótesis específicas.....	34
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	36
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	36
2.2. Variables	36

2.3. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)	37
2.4. Materiales, instrumentos y métodos.	38
2.5. Técnica e instrumentos de recolección y análisis de datos	40
2.5.1. Procedimiento	40
CAPÍTULO III. RESULTADOS	61
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	75
REFERENCIAS	77
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de Población rural sin acceso al servicio de agua potable	15
Tabla 2: Tabla de grados de Visibilidad	23
Tabla 3: Cantidad de agua recolectada por ambos diseños en la semana N°1.....	61
Tabla 4: Cantidad de agua recolectada por ambos diseños en la semana N°2.....	65
Tabla 5: Cantidad de agua recolectada por ambos diseños en la semana N°3.....	65

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1: Coeficiente de arrastre.	46
Fórmula 2: Coeficiente de arrastre del diseño de captador tradicional.....	49
Fórmula 3: Coeficiente de arrastre.	52
Fórmula 4: Coeficiente de arrastre del diseño de captador prismático optimizado.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Información a diciembre determinada por la CONAGUA.....	14
Figura 2: Imagen de un plano geométrico.	24
Figura 3: Imagen de un prisma rectangular.	24
Figura 4: Diferencia entre niebla y neblina.	25
Figura 5: Ciclo de formación de la niebla o neblina.....	26
Figura 6: Diseño complejo de captador de neblina.....	27
Figura 7: Diseño de captador convencional.....	28
Figura 8: Diseño de captador cilíndrico.	28
Figura 9: Diferentes tipos de mallas.	29
Figura 10: Vista aumentada de una malla mosquitera.	29
Figura 11: Captación y almacenamiento.	30
Figura 12: Matriz de operacionalización de variables.	37
Figura 13: Ficha de observación directa.	39
Figura 14: Ubicación del departamento de Ancash.	42
Figura 15: Ubicación de la provincia de Ocros.	43
Figura 16: Ubicación del distrito de Congas.	43
Figura 17: Vista de la neblina de Congas.	45
Figura 18: Vista de la neblina en Congas.	45
Figura 19: Velocidad del viento a 10 km/h generado mediante el software Solidworks 2020.....	47
Figura 20: Análisis dinámico del viento a 10 km/h generado mediante el software Solidworks 2020.	47
Figura 21: Área de proyección de un automóvil de fórmula 1, generado mediante el software Solidworks 2020.....	48

Figura 22: Captador de diseño plano.....	49
Figura 23: Realización del diseño tradicional en campo.....	51
Figura 24: Velocidad del viento a 10 km/h generado mediante el software Solidworks 2020.....	53
Figura 25: Análisis dinámico del viento a 10 km/h generado mediante el software Solidworks 2020.....	53
Figura 26: Captador de diseño prismático.....	55
Figura 27: Dirección del viento predominante.....	55
Figura 28: Mallas en 45 grados con la abertura en el sentido del viento.....	56
Figura 29: Realización del diseño prismático optimizado en campo.....	58
Figura 30: Cantidad de agua por minuto por m ² del domingo 19 de setiembre del 2021.....	61
Figura 31: Cantidad de agua por minuto por m ² del lunes 20 de setiembre del 2021.....	62
Figura 32: Cantidad de agua por minuto por m ² del martes 21 de setiembre del 2021.....	62
Figura 33: Cantidad de agua por minuto por m ² del miércoles 22 de setiembre del 2021.....	63
Figura 34: Cantidad de agua por minuto por m ² del jueves 23 de setiembre del 2021.....	63
Figura 35: Cantidad de agua por minuto por m ² del viernes 24 de setiembre del 2021.....	64
Figura 36: Cantidad de agua por minuto por m ² del sábado 25 de setiembre del 2021.....	64
Figura 37: Eficiencia en porcentaje del comparativo del diseño prismático optimizado frente al diseño tradicional de la Semana 1.....	65
Figura 38: Cantidad de agua por minuto por m ² del domingo 26 de setiembre del 2021.....	66
Figura 39: Cantidad de agua por minuto por m ² del lunes 27 de setiembre del 2021.....	66
Figura 40: Cantidad de agua por minuto por m ² del martes 28 de setiembre del 2021.....	67
Figura 41: Cantidad de agua por minuto por m ² del miércoles 29 de setiembre del 2021.....	67
Figura 42: Cantidad de agua por minuto por m ² del jueves 30 de setiembre del 2021.....	68
Figura 43: Cantidad de agua por minuto por m ² del viernes 01 de octubre del 2021.....	68
Figura 44: Cantidad de agua por minuto por m ² del sábado 02 de octubre del 2021.....	69

Figura 45: Eficiencia en porcentaje del comparativo del diseño prismático optimizado frente al diseño tradicional de la Semana 2.....	69
Figura 46: Cantidad de agua por minuto por m ² del domingo 03 de octubre del 2021.	70
Figura 47: Cantidad de agua por minuto por m ² del lunes 04 de octubre del 2021.	71
Figura 48: Cantidad de agua por minuto por m ² del martes 05 de octubre del 2021.	71
Figura 49: Cantidad de agua por minuto por m ² del miércoles 06 de octubre del 2021.	72
Figura 50: Cantidad de agua por minuto por m ² del jueves 07 de octubre del 2021.	72
Figura 51: Cantidad de agua por minuto por m ² del viernes 08 de octubre del 2021.	73
Figura 52: Cantidad de agua por minuto por m ² del sábado 09 de octubre del 2021.	73
Figura 53: Eficiencia en porcentaje del comparativo del diseño prismático optimizado frente al diseño tradicional de la Semana 3.....	74
Figura 54: Realización de estructura y prueba de armado del diseño del captador prismático optimizado.....	80
Figura 55: Embalaje de ambos diseños de captadores para su posterior armado in situ.....	80
Figura 56: Instalación del sistema de drenaje del captador de diseño prismático optimizado.....	81
Figura 57: Perspectiva del drenaje y salida de tubería para la respectiva caída del agua en el almacenamiento.	81

RESUMEN

La recolección de humedad atmosférica es una tecnología muy antigua que se ha redescubierto en tiempos modernos. Contamos con varios ejemplos alrededor del mundo que dan testimonio al respecto. Las islas Canarias en la cuenca de México son un claro ejemplo de donde se usaron medios diferentes, o como actualmente lo llamamos, métodos no convencionales, tal vez fue la primera fuente de captación de agua, actualmente la captación de la niebla se lleva a cabo mediante diversas técnicas, siendo las redes o mallas una de ellas. Esta investigación tiene como finalidad demostrar que se puede cubrir la demanda del agua con el uso de este método; para ello se tuvo que recabar información (investigaciones científicas, tesis, artículos científicos, informes y revistas) para poder obtener la mejor eficiencia con la comparativa de nuestros diseños de captadores y a la vez empleando el material óptimo para la malla de captación, para el mayor aprovechamiento de la zona rural. En este estudio se realizó análisis de eficiencia, comparándose dos diferentes tipos de diseños para el captador de agua por neblina, analizándose la cantidad de agua captada por m² de malla de cada diseño; a pesar de que hay investigaciones del uso de método similares, los resultados variarán de acuerdo con cada zona donde se desea realizar, debido a factores climatológicos y fuerzas del viento. En conclusión, el agua captada no es potable, teniéndose que usar en el sector ganadero o agrícola; la zona donde se realizó la investigación cumple con creces una condición favorable para la utilización de este método. Para finalizar, la eficiencia del diseño prismático optimizado fue un promedio de 23% más que el diseño convencional (plano), cumpliéndose con la hipótesis planteada en esta investigación.

PALABRAS CLAVES: Niebla, captación de neblina, malla mosquitero, método no convencional.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A **nivel internacional**, en **México** el problema surge cuando el subsector de agua potable, alcantarillado y saneamiento se enfocó en consolidar este servicio primario en ciudades de más de 50 000 habitantes; descuidando las zonas rurales en ese periodo de gobierno, posteriormente se creó la Secretaría de Desarrollo Social, la cual tuvo como objetivo atender las necesidades de infraestructura, equipamiento y servicios de localidades en situación de pobreza con una cantidad menor de 5 000 habitantes, siendo estas las más beneficiadas. Esta situación lleva a iniciar investigaciones respecto a fuentes alternativas de dotación de agua, evaluándose la captura de agua de lluvia y niebla, para la ciudad de Xalapa, en el periodo de noviembre de 2012 y febrero de 2013, realizándose el proyecto Exploración hidrológica (atmosférica) con el objetivo de tener nuevas fuentes de abastecimiento.



Figura 1. Información a diciembre determinada por la CONAGUA.

Nota: INEGI (Censos de población y vivienda).

A **nivel nacional**, en **Lima** el problema surge cuando a través de los años el agua es un recurso que cada vez se está haciendo más escasa, teniendo en cuenta que nuestro país no todos contamos con este servicio primario prioritario, para lo cual este factor es de vital importancia comenzar a investigarla o analizar, para que de esta forma todos en su gran mayoría cuenten con este servicio, además podemos observar que una de las brechas a cubrir según el INVIERTE.PE viene ser la de otorgar los servicios básicos, para ello adquirirlo por las fuentes convencionales son más difíciles y costosas para las zonas más alejadas o rurales, esto debido a que a que este necesita en primer lugar una fuente superficial o subterránea este no siempre siendo económicas, teniendo en cuenta al tamaño de población que se tenga que abastecer este servicio de vital importancia.

Tabla 1

Tabla de Población rural sin acceso al servicio de agua potable

	Año 2020	Año 2021	Año 2022
	V1	V1	V1
Perú	1,293,120	1,046,114	920,312

V1: Población rural sin acceso al servicio de agua potable mediante red pública o pileta

Nota: Reporte de valores de indicadores de brechas (MEF,2021)

Dentro de los **antecedentes internacionales**, se puede mencionar que:

La investigación realizada por López Hernández N., Palacios Vélez L., Anaya Garduño M., Chávez Morales J., Rubiños Panta J., García Carrillo M., en México (2017), denominada Diseño de Sistemas de Captación del agua de lluvia: Alternativa de Abastecimiento Hídrico. Nos menciona que tiene como **objetivo** diseñar tres sistemas, para destinar el agua a uso doméstico de un hogar de cuatro integrantes, a consumo humano en una institución educativa de mil personas, y comparar el costo de la captación del agua de lluvia con el de extracción del subsuelo; la **metodología** utilizada fue experimental; los **resultados** obtenidos muestran que extraer agua subterránea es económicamente viable cuando se trata de volúmenes grandes lo que a su vez incide en la explotación desmedida de los acuíferos, mientras que la captación del agua de lluvia es económicamente más viable para volúmenes pequeños, teniendo en cuenta que son proyectos que apuntan a la sostenibilidad; se **concluye** que captar el agua de lluvia resulta más económico que extraer el agua del subsuelo cuando se trata de volúmenes relativamente pequeños, entre 146 y 1575 m³, además de que con la lluvia del lugar es suficiente para abastecer de agua todo el año, la implementación de sistemas de sistemas de captación del agua de lluvia se recomienda ampliamente.

La investigación realizada por Corell D., José Estela M., Valiente J. en Montenegro (2011). denominada Obtención de agua a partir de la niebla en el Montenegro y entre otros lugares del litoral mediterráneo. Menciona que tiene como **objetivo** aportar métodos adicionales a las tradicionales formas de obtención de agua y que se basa en la imitación, por medios artificiales, de un mecanismo de la naturaleza, como es la captura de agua de niebla por medio de las hojas de los árboles; la **metodología** utilizada es descriptiva;

teniendo como **resultados** que la niebla puede jugar un papel importante dentro del ciclo hidrológico, recolectándose más de 21 l/m²/día (litros de agua por cada metro cuadrado de malla instalada y por cada día), por tanto si en dicho lugar se instalara un captador de tipo panel de 24m², sería posible recolectar más de 500 litros de agua cada día; se **concluye** que la niebla juega un papel muy importante en el ciclo hidrológico en muchos lugares del mundo, su existencia hace posible, por ejemplo, la presencia en zonas desérticas de especies arbóreas que requieren precipitaciones anuales de más de 1000 mm, como ocurre en Chile con el Parque Nacional Fray Jorge, allí existe un bosque en un lugar donde la precipitación no supera los 50 mm anuales y cuya presencia no se explicaría sin la niebla.

La investigación realizada por César A. García Ubaque, Martha L. Vaca Bohórquez y Juan C. García Ubaque en Colombia (2013), titulado Factibilidad técnica y de salud pública de la recolección de aguas nieblas: Estudio de caso, nos menciona que tiene como **objetivo** la evaluación para consumo humano de la captación de aguas nieblas en el municipio de San Antonio (Cundinamarca); la **metodología** utilizada es experimental; teniendo como **resultado** que el volumen promedio diario de captación en la zona fue de 43,26 L/día y los parámetros de potabilidad evaluados cumplen con los valores mínimos establecidos en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, con excepción del pH; se **concluye** que esta alternativa para captación y uso de agua plantea opciones alternativas y puede escalarse para producir las cantidades necesarias en comunidades asentadas en zonas de baja precipitación, adicionalmente, la calidad del agua recolectada en esta zona es adecuada para consumo humano, por lo que mejora las condiciones de salud de la población.

La investigación realizada por A. Ritter, C.M. Regalado, G. Aschan y L.A. Gómez en España (2005), titulado Contribución hídrica de la captación de niebla al balance de un bosque de laurilva en el Parque Nacional de Garajonay, nos señala que tiene como **objetivo** realizar un estudio comparativo para cuantificar lo que supone para la ZNS del suelo los aportes hídricos del agua de niebla captada por la vegetación, así como la relación de ésta con otras variables hidrológicas; la **metodología** utilizada es experimental; teniendo como **resultado** que la precipitación de niebla supone un aporte hídrico que aumenta las pérdidas por interceptación, pero también contribuye al contenido de humedad de la ZNS (Zona no saturada del suelo) con un promedio de 238 mm en ambos periodos (45 y 20% de la precipitación observada en el primer y segundo periodo; se **concluye** que la precipitación de niebla se distribuye a lo largo del año aportando cierta cantidad de agua al suelo durante la época estival seca, estas conclusiones deben restringirse sólo a zonas del Parque Nacional donde exista importante presencia de vegetación con hoja de tipo acicular, y características propicias para la precipitación de niebla (gran altitud y orientación hacia la dirección predominante de los vientos alisios).

La investigación realizada por Parada Molina P. y Cervantes J. en México (2017) titulado Captación de agua de lluvia y niebla en la época de secas en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México. Nos menciona que tiene como **objetivo** desarrollar sistemas de captación de agua de lluvia y niebla que representen una opción para resolver los problemas de acceso al agua, a nivel vivienda; la **metodología** utilizada es experimental; teniendo como **resultado** los valores de agua colectada siendo mínimas en noviembre y diciembre iguales a 2.7 mm, máximo en enero igual a 4 mm, y febrero de 3.7 mm, dando un total de agua colectada en el periodo que va de noviembre de 2012 a febrero de 2013 de

13.1 mm; se **concluye** que la captación artificial de la niebla en el periodo estudiado fue baja, sin embargo, no se debe dejar de lado la gran cantidad que la vegetación capta de manera natural.

Dentro de los **antecedentes nacionales**, se puede mencionar que:

La investigación realizada por Ángeles Luz, Castañeda Brised, Espinoza Bruno, Huamani William, Lozano Merly, Mamani Guadalupe, Orihuela Luis, Rosales Miguel, Salas de la Cruz Diana, Taza Yesica. en Perú (2015) titulada Atrapanieblas. Tiene como **objetivo** recuperar ecosistemas y conocer el nivel socioeconómico y cultural de la población en construir el proceso de participación social de la comunidad y voluntarios frente a la transferencia de la tecnología el atrapa niebla para el mejoramiento del medio ambiente de la zona; siendo de **metodología** descriptiva; teniendo como **resultado** el beneficio de 1700 hectáreas de las Lomas de Paraíso, ubicadas en el distrito de Villa María del Triunfo, podrían convertirse en un área de conservación regional, gracias a la propuesta presentada por la municipalidad de Lima al servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas; **concluyéndose** que los atrapanieblas se basan en una fina red que se ubica en el aire húmedo, el agua se condensa en los filamentos y se recoge en recipientes para ser transportado mediante tuberías a los usuarios, estas se elaboraron con el objetivo de abastecer de agua a las familias de extrema pobreza, con el fin de recoger agua de la neblina y así usarla para el consumo humano y regar parcelas y jardines, presentándose como una alternativa viable para el consumo humano, en lugares que no tienen otra posibilidad.

La investigación efectuada por Mejía Llatas C. y Briones Rabanal E. en Perú (2017) en su publicación Eficiencia de cuatro tipos de mallas en la captación de agua de neblina en el

caserío Casadencito, Distrito de Chotilla, Cajamarca. Tiene como **objetivo** determinar la eficiencia de cuatro tipos de mallas, fibra de vidrio, malla mosquitera, malla costal de rafia y malla raschel, en la captación de agua de neblina en el caserío Casadencito, distrito de Chetilla, Cajamarca; siendo de **metodología** experimental; teniendo como **resultado** que la eficiencia de cada una de las mallas fue mayor a 22.83 ml/min con la malla raschel, con una diferencia de 6.23 ml/min con respecto a la máxima eficiencia, de la malla raschel, en la malla mosquitero de 6.71 ml/min, en la malla fibra de vidrio de 5.94 ml/min y en la malla costal de rafia de 2.25 ml/min; **concluyéndose** que la cantidad máxima atrapada en un captador de neblina de 29.54 ml/min en la malla mosquitera, 29.06 ml/min con la malla raschel, 28.77 con la malla fibra de vidrio y 25.08 ml/min con la malla costal de rafia.

La investigación realizada por Cuéllar Mayta en Perú (2018) en su publicación Impacto económico de la implementación de mecanismos capturadores de agua atmosférica para uso agrícola. Villa María del Triunfo, Lima, Perú; tiene como **objetivo** evaluar la viabilidad y el aporte económico del uso del agua atmosférica, mediante la utilización de atrapanieblas para cultivos agrícolas, para las familias de la Asociación Agroindustrial Llanavilla del distrito de Villa María del Triunfo; siendo de **metodología** experimental; dándonos como **resultado** algo muy parecido, este ejercicio se hizo con fines de conservación del ecosistema, de manera de usar sus propios recursos para su subsistencia, en México se realizó de igual manera con fines de conservar los acuíferos existentes; **concluyéndose** que un atrapanieblas de malla raschel de 12 m² capta 4,308 lt/año, para las parcelas experimentales de media hectárea se necesitarían 19 atrapanieblas para regar 2,500 plantones de sábila, el 91% de la población del lugar utiliza el agua captada al riego de sus cultivos.

La investigación realizada por Sánchez Cabanillas en Perú (2018) en su publicación Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018; tiene como **objetivo** describir los impactos sociales, económicos, políticos y ambientales generados por el Atrapanieblas para la captación de agua mediante el sostenimiento de políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018; siendo de **metodología** descriptiva con enfoque cualitativo; dándonos como **resultado** que el abastecimiento de agua siempre genera impactos sociales, económicos, políticos y ambientales, puesto que se trata del recurso natural, indispensable en la vida de los seres humanos, considerado como patrimonio universal a la cual se le debe cuidar.

La investigación elaborada por Cieza León L. en Perú (2019) en su publicación Volumen de agua aprovechable utilizando malla atrapanieblas en el centro poblado La Palma – Chota; tiene como **objetivo** determinar el volumen de agua aprovechable de neblina utilizando malla atrapanieblas; siendo de **metodología** experimental; otorgándonos un **resultado** de dotación per cápita de 38.40 L/hab.d, pero al realizar consultas in situ a la población y por observación directa de la cantidad de agua que consume cada poblador, se determinó que necesitan un aproximado de 16 L/hab.d; que nos conlleva a indicar que la cantidad necesaria de malla atrapanieblas para abastecer a un poblador del lugar es menor, siendo necesario 24 m² para el caso de dotación teórica y 10 m² para la dotación determinada in situ con datos del mes más favorables, **concluyéndose** que se necesitaría 30 m² para cubrir la dotación de una familia y 1341 m² para toda la población actual

Definiciones conceptuales

Neblina

La niebla se define como una masa de vapor de agua condensada en minúsculas gotas sobre la superficie terrestre. Estas gotas por ser tan pequeñas (<40 micrones) no tienen peso suficiente para caer y, por lo tanto, quedan suspendidas en el aire y son desplazadas por el viento (Cereceda, 2011).

Agua

El agua es una sustancia líquida desprovista de olor, sabor y color, que existe en estado más o menos puro en la naturaleza y cubre un porcentaje importante (71%) de la superficie del planeta Tierra. Además, es una sustancia bastante común en el sistema solar y el universo, aunque en forma de vapor (su forma gaseosa) o de hielo (su forma sólida) (María Estela Raffino, 2020)

Captación

La captación consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su uso benéfico (International Center for Aquaculture).

Captador de neblina

Los atrapanieblas o captadores de nieblas con un sistema para atrapar las gotas de agua microscópicas que contiene la neblina. Se usan en regiones desérticas con presencia de niebla, como el desierto de Atacama en Chile, Ecuador, Guatemala, Perú y algunos países en África (Acosta Baladón, 1992).

Visibilidad meteorológica

La visibilidad meteorológica se define como la mayor distancia a la que un objeto de dimensiones apropiadas puede verse e identificarse en el horizonte. Cabe insistir en que es indispensable reconocer el objeto y que no es suficiente verlo sin poder identificar (Ojáiz Peña castillo, 2006).

Tabla 2

Tabla de grados de Visibilidad

Grado	Distancia en m	Características
0	De 0 a 25	Niebla superdensa
0	De 25 a 50	Niebla muy densa
1	De 50 a 100	Niebla espesa
2	De 100 a 500	Niebla. Muy poca visibilidad
3	De 500 a 1000	Niebla. Poca visibilidad
4	De 1000 a 2000	Neblina
5	De 2000 a 4000	Neblina
6	De 4000 a 10000	Visibilidad moderada
7	De 10000 a 20000	Buena visibilidad
8	De 20000 a 50000	Muy buena visibilidad
9	Más de 50000	Visibilidad excelente

Nota: Tabla de grados de Visibilidad (Meteored, 2006)

Clima

Clima es el conjunto fluctuante de condiciones atmosféricas caracterizado por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un periodo suficientemente largo y en un dominio espacial determinado (Alberto Linés Escardó, 2010)

Eficiencia

La eficiencia se define como la relación existente entre los recursos que son empleados para un proyecto y los logros que son obtenidos a través de éste. La eficiencia se consigue en aquellos casos en los que se utiliza un menor número de recursos para poder conseguir un mismo objetivo. O bien todo lo contrario, cuando se alcanza un mayor número de

objetivos haciendo uso de los mismos recursos o incluso menos (Escuela Europea de dirección y Empresa, 2019)

Plano

En geometría, un plano es un objeto ideal que solo posee dos dimensiones, y contiene infinitos puntos y rectas; es un concepto fundamental de la geometría junto con el punto y la recta (Wikipedia, 2020)

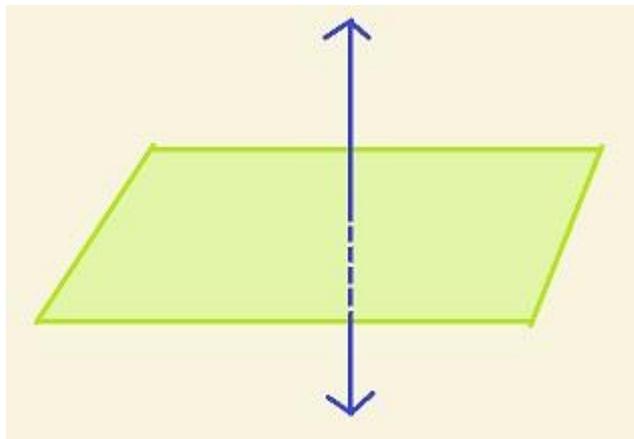


Figura 2. Imagen de un plano geométrico.

Nota: Plano geométrico (Matemáticas modernas, 2014).

Prisma rectangular

Un prisma, en geometría, es un poliedro irregular que consta de dos caras iguales y paralelas llamadas bases, y de caras laterales que son paralelogramos. Los prismas se nombran por la forma de su base, por lo que un prisma de base pentagonal se llama prisma pentagonal (Wikipedia, 2020).

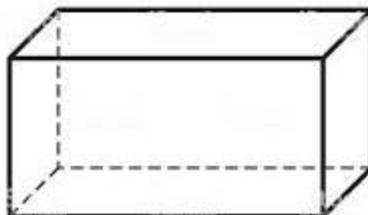


Figura 3. Imagen de un prisma rectangular

Nota: Prisma rectangular (Universo Fórmulas, 2020)

Bases teóricas

Neblina

Para Julián Pérez Porto (2019) en su publicación Niebla, nos dice que la niebla es una nube que se encuentra cerca de la superficie y que, por la concentración de las gotas que la componen, obstaculiza la visión normal; puede decirse, que la neblina es un fenómeno atmosférico, generada por el agua, y estas aparecen cuando en la atmósfera, hay gotas en suspensión de hasta unos doscientos micrómetros.

Diferencia entre niebla y neblina

Para Infobae (2013) menciona que la única diferencia entre neblina y niebla es la intensidad de las partículas, que se expresa en términos de visibilidad; si el fenómeno da una visión de 1Km o menos, es considerado como niebla; y si permite ver a más de 1Km el fenómeno es considerado como neblina.



Figura 4. Diferencia entre niebla y neblina

Nota: Comparativo entre niebla y neblina (Infobae, 2013)

Formación de la neblina

Para Senamhi (2009) menciona que la neblina en el Perú se forma cuando los vientos fríos del sur a niveles bajos interactúan con vientos del norte de niveles medios y húmedos. Esa interacción genera las nieblas. La humedad que existe se condensa y forma a niebla; las condiciones del aire cercanas a la superficie terrestre en contacto con otras masas de aire de diferentes características general la niebla.

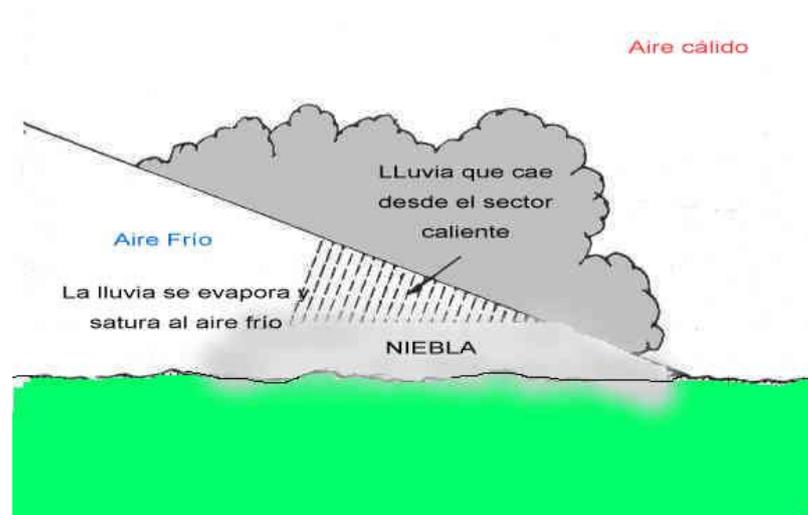


Figura 5. Ciclo de formación de la niebla o neblina

Nota: Formación de neblina (Enseñanzas Náuticas, 2009)

Captador de neblina

Para Román T. (2013) en su publicación Captación de agua de niebla para reforestación en Perú y Bolivia, indica que el funcionamiento de un captador de neblina se basa en la condensación de las pequeñas gotas de agua que componen la niebla sobre la superficie de una malla (de polipropileno generalmente). Estas gotas descenderán por la malla y que esta será guiada por una canaleta y almacenada en la parte inferior de la estructura en un depósito.



Figura 6. Diseño complejo de captador de neblina

Nota: Diseño en forma de tienda de campaña como captador de neblina (Portal Frutícola, 2017)

Tipos de captadores de neblina

Para PortaFrutícola (2017) los sistemas de extracción de agua de la niebla imitan el funcionamiento de las hojas de los árboles. Para ello, se basan en unas mallas plásticas que interceptan la niebla. Las gotas de agua chocan con sus hilos, se acumulan y caen por efecto de la gravedad dirigidas por una canalización hasta un depósito. Los captadores convencionales son de dos tipos, según su forma:

Captador de área cuadrada (plano)

Para Ángeles Luz, Castañeda Brised, Espinoza Bruno, Huamani William, Lozano Merly, Mamani Guadalupe, Orihuela Luis, Rosales Miguel, Salas de la Cruz Diana, Taza Yesica. en Perú (2015), en su publicación Atrapanieblas. El atrapanieblas bidimensional, plana o de área cuadrada es una estructura que se compone de par de pilares distanciados a 12 m, entre las cuales estará dispuesta una malla tipo raschel de 4 m de altura y unos tensores de

sustentación, esta será ubicado en forma perpendicular a la dirección del viento predominante, aumentando su eficiencia en la obtención del agua mediante la neblina.



Figura 7. Diseño de captador convencional

Nota: Diseño de captador de forma plana (Portal Frutícola, 2017)

Captador cilíndrico

Para PortalFrutícola (2017) señala que tiene la ventaja de colocarse de cualquier manera, sin necesidad de estudios previos en su lugar de ubicación para establecer su posición más eficiente. Su principal inconveniente es el tamaño, inferior al de los planos, y, por tanto, con menor capacidad de recolección. Se suelen utilizar como paso previo a la implantación de captadores planos, con el objetivo de cuantificar el potencial de recolección.



Figura 8. Diseño de captador cilíndrico

Nota: Proyecto con uso de captador cilíndrico (Portal Frutícola, 2017)

Malla

Para Godínez (2013), menciona que es un objeto de metal o plástico que nos permite la absorción de cualquier líquido en el interior de su estructura, lo que lo hace un material viable para la captura de líquidos y su transporte y un posterior almacenamiento.



Figura 9. Diferentes tipos de mallas

Nota: Diferentes diámetros y materiales (Godínez, 2013)

Malla mosquitera

Para Textil Villa de Pego (2015), menciona que la malla mosquitera se usa para la retención de insectos en el sector industrial y agrícola, siendo utilizada valga la redundancia, en la agricultura como elemento de protección contra insectos de un tamaño mayor que el espaciamiento de sus vacíos.

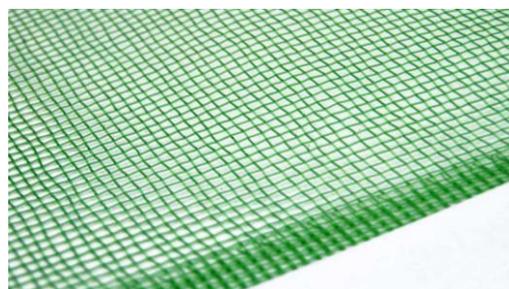


Figura 10. Vista aumentada de una malla mosquitera

Nota: Malla mosquitera de un diámetro de 2mm aproximadamente (Textil Villa de Pego, 2015)

Captación y almacenamiento

Para Román T. (2013), los captadores de agua contaban con una canaleta de hojalata colocada en la parte inferior del marco. El agua recogida en la canaleta salía por una bajante conectada a una manguera de un diámetro en pulgada que desembocaba en un bidón de almacenamiento.



Figura 11. Captación y almacenamiento.

Nota: Captador de agua (Román T., 2013).

Eficiencia en la captación de agua por neblina

Para Román T. (2013) para conseguir una elevada eficiencia en la captación de agua de las nieblas es crucial que los captadores estén orientados perpendicularmente a la dirección del viento que arrastra las nieblas, que suele ser la dirección del viento predominante en el lugar.

Para Andrés Torres (2014) para prevenir ineficiencias en la recolección de agua y evitar daños estructurales se deberá inspeccionar las mallas y verificar que los cables sigan tensionados.

Visibilidad meteorológica

Para Peña castillo (2006), en meteorología la visibilidad se refiere a la transparencia de la atmósfera en relación con la visión humana. Nuestra aptitud para ver o reconocer los objetos está afectada por las partículas líquidas o sólidas en suspensión en el aire. Estas pueden ser hidrometeoros (Lluvias, nieve, niebla, neblina, etc) o litometeoros (Polvo).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la eficiencia del captador prismático optimizado a comparación del tradicional en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la situación meteorológica de la zona del proyecto, zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021?

- ¿Cuál es el proceso para realizar el diseño y construcción de los dos tipos de diseños de captador (plano y prisma optimizado) en la captación de agua por neblina por el método de malla en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021?
- ¿Cuál es la cantidad de agua proveniente de cada tipo de diseño (plano y prismático optimizado) en la captación de agua por neblina por el método de malla en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021?

1.3. Justificación

Justificación teórica

Considerando la escasez de un bien natural como el agua y la casi nula de la cercanía de este hacia las zonas rurales con métodos convencionales como una red pública, se busca innovar en el abastecimiento de esta materia prima, utilizando la neblina como una fuente más de captación de agua, cubriendo una brecha tan amplia establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas, posibilitando así a las poblaciones con poca cantidad de habitantes seguir un mejor desarrollo socioeconómico.

Justificación práctica

Teniendo en cuenta la captación de agua por neblina por el método de malla, se requerirá elaborar un captador con el diseño de agua tradicional y otro con el diseño prismático optimizado para poder analizar la eficiencia de la cantidad de agua proveniente de ambos diseños, teniendo que ser estos accesibles, para que sea de utilidad replicar este diseño en la población donde se requiera implementar.

Justificación metodológica

Considerando que nuestra unidad de estudio son dos captadores de niebla de diseños distintos (Tradicional y Prismático optimizado), siendo de investigación aplicada experimental, nuestra técnica de recopilación de datos será un cuaderno de apuntes de mediciones.

Importancia

La metodología de mallas será muy contribuyente para el abastecimiento de agua en las zonas rurales. Para beneficiar a la población, otorgando así agua, un servicio tan primordial, para el desarrollo de la población, ya que se enfoca a poblaciones muy pequeñas menor a 3000 mil habitantes, en donde un sistema convencional es mucho más costoso, y a la vez ayudando a acortar brechas según el INVIERTE.PE.

Limitación del estudio

Se ha percibido limitaciones para el desarrollo de este trabajo, con respecto a algunas investigaciones, debido a su poca investigación o desarrollo de estos, no es muy sencillo adquirir información al respecto, debido a que esta técnica no es de conocimientos de todos, y el desarrollo o investigación en este método es muy poco desarrollado, teniendo además algunas investigaciones con patente, por alguna empresa privada, en la cual solo nos otorga el título, pero el diseño, o el efecto y entre otros puntos de investigación se nos es imposible descárgalos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar la eficiencia del captador de agua prismático optimizado a comparación del tradicional en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar la inspección visual del área del proyecto para la captación de agua por neblina por el método de malla en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.
- Realizar el diseño y construcción de los captadores de agua por neblina por el método de malla en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.
- Determinar la cantidad de agua captada proveniente de cada captador en la captación de agua por neblina por el método de malla en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El captador de neblina con el diseño prismático optimizado posee una eficiencia superior al captador de agua tradicional en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La inspección visual posee características favorables de neblina para la captación de agua de niebla en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.

- El procedimiento del diseño y construcción de los captadores de neblina se desarrolló de forma favorable en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.
- Existen diferencias de agua captada por neblina provenientes de cada tipo de diseño por el método de malla en la zona Alto Andina de Congas, Ancash en 2021.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo

Esta investigación es aplicada porque se estudiará la captación de agua para mejorar la calidad de vida en las zonas altoandinas con presencia de neblina (Hernández, 2014).

Diseño

Es de diseño no experimental porque se modificará únicamente el diseño del captador de agua por neblina en nuestra investigación; siendo cuasi experimental porque se realizará una comparación de la cantidad de agua captada de los ambos diseños de los captadores de agua y analizar que tanto afecta el cambio del diseño (Hernández, 2014).

Enfoque

Es de enfoque cuantitativo porque tenemos como objetivo comparar la cantidad de agua captada por dos diseños de captadores de agua (Hernández, 2014).

Tiempo

Es de tiempo transversal porque compararemos la cantidad de agua captada en una misma temporalidad o en un mismo instante (Hernández, 2014).

2.2. Variables

Variable independiente: Captador tradicional y prismático optimizado

Variable dependiente: Eficiencia en la captación de agua de neblina (ml/día)

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
Variable	Definición	Indicador
Dependiente: Eficiencia en la captación de agua de neblina (ml/m ²)	Captación de agua de neblina: consiste en una malla que, al recibir la neblina con viento, se convierte en gotas de agua que humedecen las mallas y caen por la superficie hacia un sistema de canaletas que finalmente conducen a un cilindro o pozo de almacenamiento (Verástegui, 2010)	Cantidad de agua por m ²
Independiente: Captador tradicional y prismático optimizado	El atrapanieblas bidimensional, plana o de área cuadrada es una estructura que se compone de pilares distanciados, entre las cuales estará dispuesta una malla tipo raschel y unos tensores de sustentación, esta será ubicado en forma perpendicular a la dirección del viento predominante (Ángeles Luz, Castañeda Brised entre otros).	Tradicional
	El atrapanieblas tridimensional se caracteriza por tener un espacio de tres dimensiones: alto, ancho y largo. Por su geometría y la cantidad de malla empleado mejora la captación de niebla, abarcando menor terreno (Quinga, 2016)	Prismático optimizado

Figura 12. Matriz de operacionalización de variables.

Nota: Elaboración propia, 2021.

2.3. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)

2.3.1. Población

La población abordada para esta investigación será la zona Alto Andina de Congas, Ancash, debido a que no cuenta con un suministro de agua permanente.

2.3.2. Muestra

Los captadores de neblina del diseño plano (convencional) y el prismático optimizado.

2.4. Materiales, instrumentos y métodos.

En esta investigación se emplearon los siguientes recursos:

Humanos

- El asesor.
- El tesista.
- Poblador de la zona (toma de mediciones).

Materiales

Materiales de oficina

- PC AMD A8.
- Excel.
- Word.
- Solidworks 2020.
- Artículos científicos.
- Tesis.

Materiales de campo (diseño plano o tradicional)

- Malla mosquitera (4m lineales de Largo x 0.95m de ancho).
- Rollo de nylon (rollo mediano).
- Ángulo de acero de 1x1/8 (2 de 2.5m de altura cada uno).
- Tubería de PVC 4 (Pulg) (canaleta) (2m de largo).
- Alambre revestido.
- Precinto de seguridad.
- Balde y barreta.
- Pernos, tuercas y llaves de número 13.

Materiales de campo (diseño prismático optimizado)

- Malla mosquitera (15m lineales de largo x 0.95m de ancho)
- Rollo de nylon (rollo mediano).
- Ángulo de acero de 1x1/8 (4 de 2.5m de altura cada uno)
- Tubería de PVC 4 (Pulg)(canaleta) (5.5m de largo).
- Alambre revestido.
- Precinto de seguridad
- Balde y barreta
- Pernos, tuercas y llaves de número 13 y 11.

Formato de la ficha

FICHA DE OBSERVACIÓN

Datos informativos

Diseño:

Fecha:

Hora:

Grado de visibilidad:

En el caso de presentar alguna observación detallarlo en la siguiente tabla:

Nº	Descripción	Indicadores		Observaciones
		No	Sí	
1	Malla			
2	Refuerzos longitudinales			
3	Refuerzos diagonales			
4	Plataforma de almacenamiento			
5	Unión de malla y ref. longitudinal			

Cantidad de
agua
recolectada
(ml)

Figura 13. Ficha de observación directa

Nota: Elaboración propia, 2021.

2.4.1. Métodos

En base a la investigación aplicada, se planteó la instalación de dos captadores de neblina de diferentes diseños, el diseño convencional y el prismático optimizado, la neblina captada fue en el periodo del 19 de setiembre al 9 de octubre, deseándose seguir tomando mediciones del todo el mes presente. Para la comparación se utilizó dos captadores de diferentes diseños, cada diseño se usará la malla tipo mosquitera; para la captación se utilizó una canaleta de PVC de 4'' de diámetro para que posteriormente sea recolectado o almacenado hacía un depósito, para poder medir la cantidad de agua recolectada diariamente; el agua será medida teniendo en cuenta el volumen recolectado por el depósito de forma diaria.

2.5. Técnica e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnica

- Observación directa, porque como investigador nos permite observar y recoger datos mediante su propia observación (Tamayo, 2007).

Instrumentos de recolección de datos

- Ficha de observación directa, porque son documentos donde se registran la descripción detallada de objetos, que forman parte de la investigación, y requiere que se trasladen hacia ellas (Herrera, 2011).

2.5.1. Procedimiento

Para realizar este proyecto, se planificó la instalación de dos captadores de neblina de diferente diseño durante el mes de setiembre, siendo este un período de presencia de neblina; para esto el captador de diseño plano o convencional contará con un área de 3.8 m² y el de diseño prismático rectangular optimizado tendrá un área de 14 m², así todo el agua captada se dirigirá hacía una canaleta horizontal acoplado al ángulo de acero para

luego ser depositado en un recipiente cilíndrico de 18L, de esta forma permitiéndonos medir el volumen captado por un determinado periodo.

Los datos presentados fueron realizados en la zona altoandina de Congas, Ancash, en el mes de setiembre donde se visualizó neblina.

1. Para comparar la eficiencia se consideró dos diseños de captadores diferentes, uno de forma plana (diseño convencional) y otra de forma prismática, el primer diseño consta de un área de 3.8 m² (4x0.95) y el segundo diseño consta de un área de 14 m².
2. Para lo cual se construyó 2 captadores de neblina de diferente diseño, el primer diseño está conformada por 2 ángulos de acero verticales de 2.5m de largo y 1x1/8 pulgadas de sección con una separación entre sí de 2m; el segundo diseño tendrá las mismas características de dimensiones del parante igual que el primero, pero este tendrá 4 ángulos de acero, formando un rectángulo de 2m de largo por 0.67m de ancho, observándose desde el punto de vista superior.

Todos los parantes irán empotradas a 0.5m de profundidad, en la cual dicha excavación se realizó con barreta.
3. Las mallas mosquiteras irán sujetadas con nylon y precintos en los extremos de los parantes para otorgarle una buena sujeción.
4. Para la recolección y depósito del agua captada se utilizó canaleta de PVC de 4 (Pulg) de diámetro, estas yendo sujetadas a cada extremo del parante con alambre revestido, cada canaleta tendrá una leve caída para asegurar que el agua se redirija hasta el almacenamiento, siendo un balde de 18L, para posteriormente realizar mediciones del agua colectada.

2.5.1.1. Realizar la inspección visual del área del proyecto para la captación de agua por neblina

Ubicación del proyecto

En la zona altoandina de Congas, Ancash, ubicado entre la altitud de 3000 y 3100 m.s.n.m., por el Norte y Nor – Este limita con la provincia de Ocros, por el Este y Sur Oeste limita con el distrito de Copa y la Provincia de Ocros, por el Oeste y Nor – Oeste limita con el distrito de Cajacay. (Distrito.pe, 2021)

- **Región:** Ancash
- **Provincia:** Ocros
- **Distrito:** Congas
- **Coordenadas geográficas**
 - **Latitud:** 10°20'15''
 - **Longitud:** 77°26'33''
 - **Altitud:** 3086 m.s.n.m.



Figura 14. Ubicación del departamento de Ancash.

Nota: Ubicación del departamento de Ancash (EcuRed, 2020)

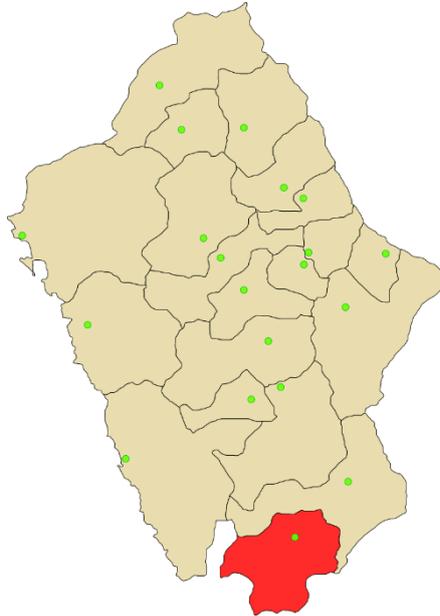


Figura 15. Ubicación de la provincia de Ochos Rios.

Nota: Ubicación de la provincia de Ochos Rios (Wikiwand, 2020)

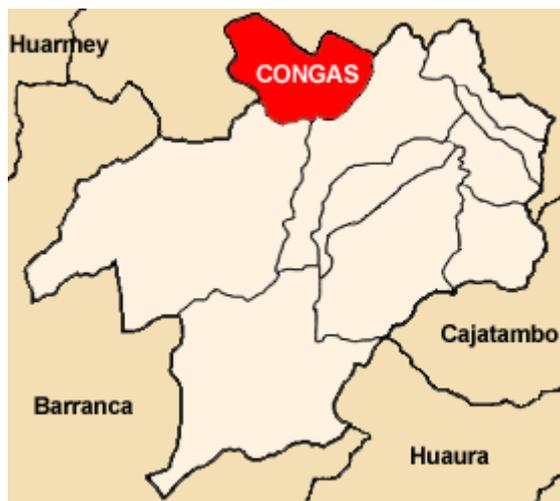


Figura 16. Ubicación del distrito de Congas

Nota: Ubicación del distrito en la provincia de Ochos Rios (Wikipedia, 2020)

Clima

Debido a los escasos estudios climáticos de la zona Alto Andina de Congas, tomaremos como fundamento para el clima de la Provincia en la que se encuentra, llamado Ocros.

La temporada templada dura 2,1 meses, del 30 de septiembre al 3 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 18 °C. El día más caluroso del año es el 1 de noviembre, con una temperatura máxima promedio de 19 °C y una temperatura mínima promedio de 7 °C. La temporada fresca dura 1,9 meses, del 25 de mayo al 21 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 17 °C. El día más frío del año es el 16 de Julio, con una temperatura mínima promedio de 5 °C y máxima promedio de 17 °C. (Weather Spark, 2020).

Nubes

La parte más despejada del año en Ocros comienza aproximadamente el 25 de abril; dura 4.7 meses y se termina aproximadamente el 16 de septiembre. El 2 de agosto, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 57 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 43 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 16 de septiembre; dura 7,3 meses y se termina aproximadamente el 25 de abril. El 16 de enero, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 88 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 12 % del tiempo. (Weather Spark, 2020).

De acuerdo con la información y observando nuestras fechas de toma de datos, nos encontramos en los meses más nubladas del año comenzando a mediados de septiembre.

Visibilidad meteorológica



Figura 17. Vista de la neblina en Congas

Nota: Vista de la neblina en la zona Alto Andina de Congas

De acuerdo con la **Tabla 1**, y observando la **Figura 17**, podemos observar que nos encontramos un tipo de neblina de poca visibilidad, ya que nos encontramos en un rango de visión de 500 metros hasta un máximo de 1000 metros, esto irá variando en el transcurso de las horas del día dándose la mayor incidencia de neblina en las horas de la tarde y las madrugadas como se observa en la **Figura 18**.



Figura 18. Vista de la neblina en Congas.

Nota: Vista de la neblina en la zona Alto Andina de Congas

Con esta información podemos observar que la zona Alto Andina de Congas, es la adecuada para poder desarrollar esta investigación, ya que contamos con presencia de neblina en la mayoría de los meses, y horas del día.

2.5.1.2. Elaborar el diseño y construcción de los captadores de agua por neblina por el método de malla

Coefficiente de arrastre del captador con diseño tradicional

El coeficiente de arrastre es una medida común en el diseño automotriz. El coeficiente de arrastre, C_D , es una clasificación comúnmente publicada de la resistencia aerodinámica de un automóvil, relacionada con la forma del automóvil. (Nick Connor, 2019)

Como se escribió, las características de arrastre de un cuerpo están representadas por el coeficiente de arrastre adimensional, C_D , definido como:

$$C_D = \frac{2F_D}{\rho V^2 A}$$

Fórmula 1. Coeficiente de arrastre.

Donde:

C_D es el coeficiente de arrastre (Adimensional).

F_D es la fuerza de arrastre (N)

ρ es la densidad del fluido (Kg/m^3)

V es la velocidad del viento (m/s)

A es el área de referencia (Proyectada) (m^2)

Fuerza de arrastre

Para poder calcular el coeficiente de arrastre del captador con diseño convencional o plano se tuvo que realizar mediante el software Solidworks 2020, otorgándonos el siguiente resultado:

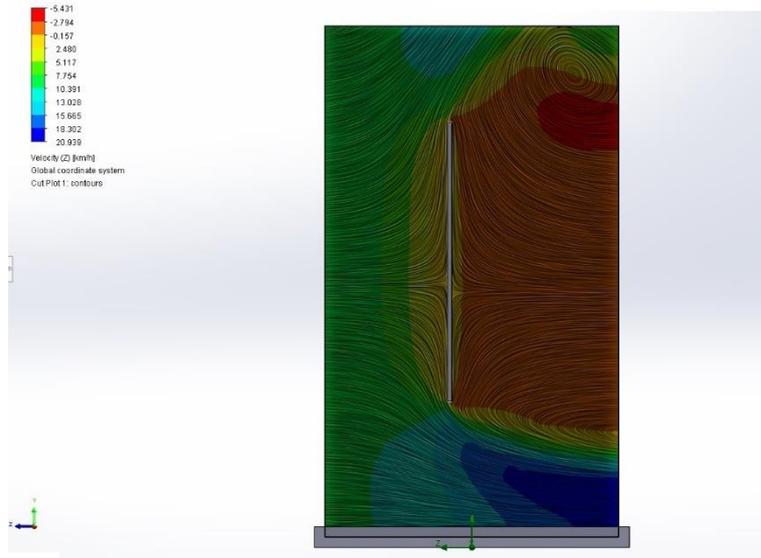


Figura 19. Velocidad del viento a 10 km/h generado mediante el software Solidworks 2020.

Nota: Análisis aerodinámico del viento en una vista de perfil de un captador de diseño tradicional.

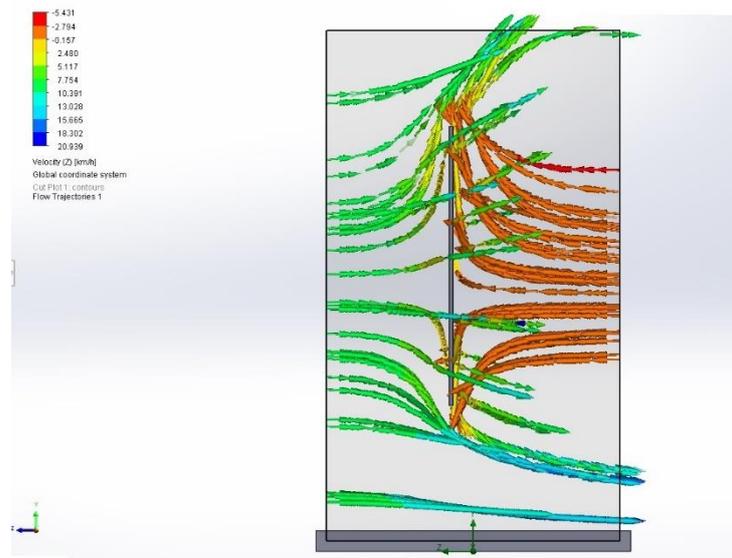


Figura 20. Análisis dinámico del viento a 10 km/h generado mediante el software Solidworks 2020.

Nota: Análisis dinámico del viento en una vista de perfil de un captador tradicional.

La fuerza de arrastre de una sección plana o rectangular fue obtenida mediante el software Solidworks 2020, otorgándonos un resultado de 52,65 N.

Densidad del fluido

Para esta investigación se realizó con la densidad del aire a una temperatura de 5°C otorgándonos un resultado de 1,269 Kg/m³ según las propiedades del aire a la presión de 1 atm.

Velocidad del fluido

Para nuestra investigación se realizó con una velocidad del aire de 10 Km/h o 2,778 m/s.

Área de proyección

Es la proyección de lo que se visualiza en la vista frontal, en nuestra investigación el área proyectada será la misma, para el análisis aerodinámico de ambos diseños de captadores siendo este de 2,68 m².

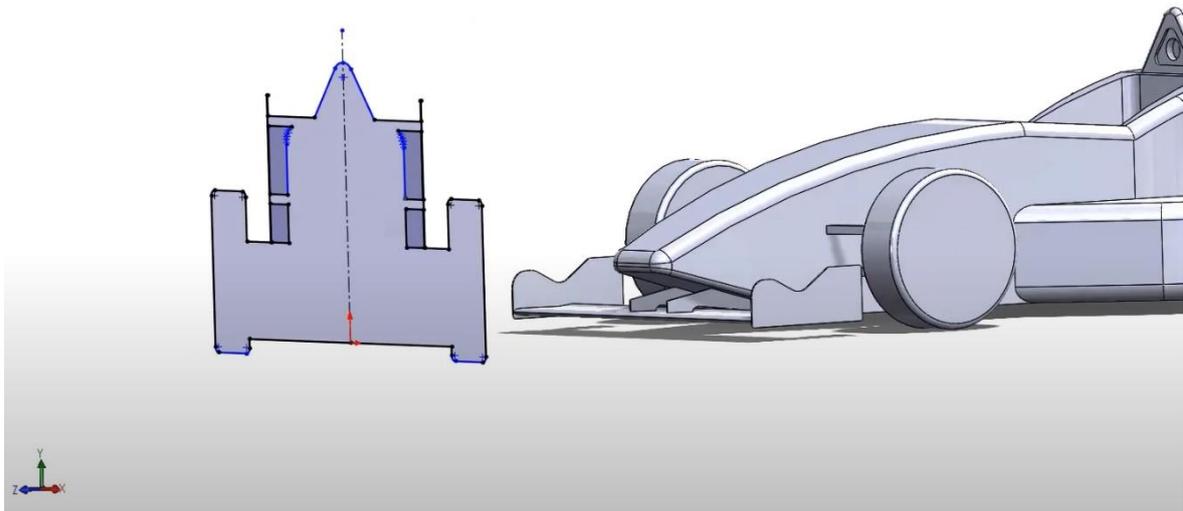


Figura 21. Área de proyección de un automóvil monoplace de fórmula 1, generado mediante el software Solidworks 2020.

Nota: Área de proyección o área de corte generado en el software Solidworks 2020.

Una vez obtenidos todos estos datos, procedemos a reemplazar en la fórmula de coeficiente de arrastre otorgándonos un resultado adimensional de 4,012.

$$C_D = \frac{2 * 52,65}{1,269 * 2,778^2 * 2,68} = 4,012$$

Fórmula 2. Coeficiente de arrastre del diseño de captador tradicional.

Elementos constructivos del captador de neblina

Diseño de captador plano (convencional)

Este diseño tradicional es un plano rectangular posicionado de manera vertical, siendo conformada por dos parantes verticales, teniendo una separación de 2 m, este diseño tendrá sujetado dos mallas mosquiteras de 1.9 m² cada una de 2 m de largo y 0.95 m de ancho. Este cumpliendo la función de captador de agua ya que la red cuenta con orificios de 1 mm de diámetro, formándose gotas de agua a medida que la neblina pase, este teniéndose que posicionar de manera perpendicular a la dirección del viento predominante.

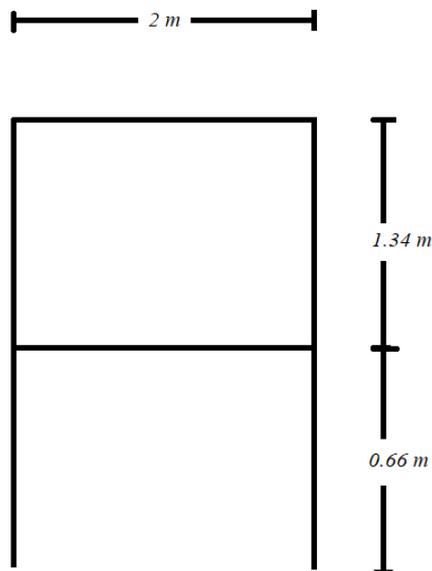


Figura 22. Captador de diseño plano.

Nota: Captador de diseño plano

Parantes

Elementos estructurales del captador de neblina conformado por 2 parantes verticales de 2.5 m de longitud y 2 parantes horizontales de 2 m de longitud ambas siendo de 1/8 pulgadas de sección, y un ancho de 1 ½ pulgadas, estos parantes tendrán una separación de 2 m entre sí, yendo empotrados a medio metro de profundidad, para dicha excavación se usó una barreta, para las uniones de dichos elementos será con pernos y tuercas tamaño 13 para los elementos verticales y horizontales.

Malla

Estas son redes rectangulares, en nuestro caso se usará malla mosquitera, la función de esta es atrapar el agua de la neblina con la formación de gotas, estas yendo sujetadas a los parantes con nylon y precintos.

Distribución

Este proceso comienza con el agua colectada por la malla, en donde el agua goteará en la parte inferior de la malla hacía un tubo de PVC de 4 (Pulg) de diámetro, yendo sujeta en cada extremo de los parantes con alambre revestido, para posteriormente el agua sea dirigida hasta el balde de almacenamiento.

Almacenamiento

Nuestro proyecto consideró para el almacenamiento, un balde de 18 L de capacidad.

Construcción del captador plano (convencional)

1. Identificar la dirección predominante del viento para tener en cuenta las ubicaciones de los parantes verticales, para posteriormente iniciar el proceso de excavación de una profundidad de 0.5 m

2. Realizar el armado de las uniones de los parantes verticales de 2.5 m y los parantes horizontales de 2 m, yendo unidos con pernos y tuercas número 13, asegurándose la sujeción de tal forma que se mantenga estable la estructura en el suelo firme.
3. Posicionar la estructura pre armada, en los puntos donde se realizó la excavación para el empotramiento de esta.
4. Una vez empotrada la estructura y asegurarnos que esté rígido, proseguiremos a la colocación de la malla mosquitera, yendo de extremo a extremo de los parantes verticales, esta malla irá sujeta hacia los parantes con precinto y nylon.
5. Posteriormente se acoplará la canaleta de PVC hacia el parante horizontal inferior con alambre revestido, dándole una leve caída para que pueda descender el agua captada.
6. Para concluir, se pondrá un recipiente en el extremo de la caída de la canaleta, para poder realizar las respectivas mediciones.



Figura 23. Realización del diseño tradicional en campo

Nota: Elaboración del diseño tradicional

Coefficiente de arrastre del captador con diseño prismático optimizado

El coeficiente de arrastre es una medida común en el diseño automotriz. El coeficiente de arrastre, C_D , es una clasificación comúnmente publicada de la resistencia aerodinámica de un automóvil, relacionada con la forma del automóvil. (Nick Connor, 2019)

Como se escribió, las características de arrastre de un cuerpo están representadas por el coeficiente de arrastre adimensional, C_D , definido como:

$$C_D = \frac{2F_D}{\rho V^2 A}$$

Fórmula 3. Coeficiente de arrastre.

Donde:

C_D es el coeficiente de arrastre (Adimensional).

F_D es la fuerza de arrastre (N)

ρ es la densidad del fluido (Kg/m^3)

V es la velocidad del viento (m/s)

A es el área de referencia (Proyectada) (m^2)

Fuerza de arrastre

Para poder calcular el coeficiente de arrastre del captador con diseño prismático optimizado se tuvo que realizar mediante el software Solidworks 2020, otorgándonos el siguiente resultado:

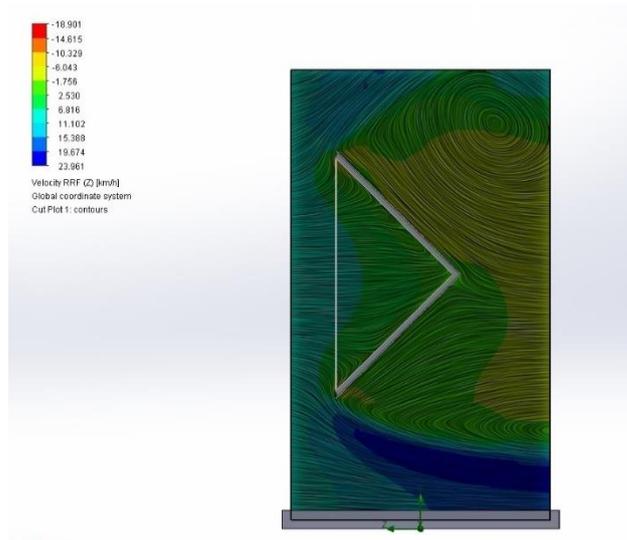


Figura 24. Velocidad del viento a 10 km/h generado mediante el software Solidworks 2020.

Nota: Análisis aerodinámico del viento en una vista de perfil de un captador de diseño prismático optimizado.

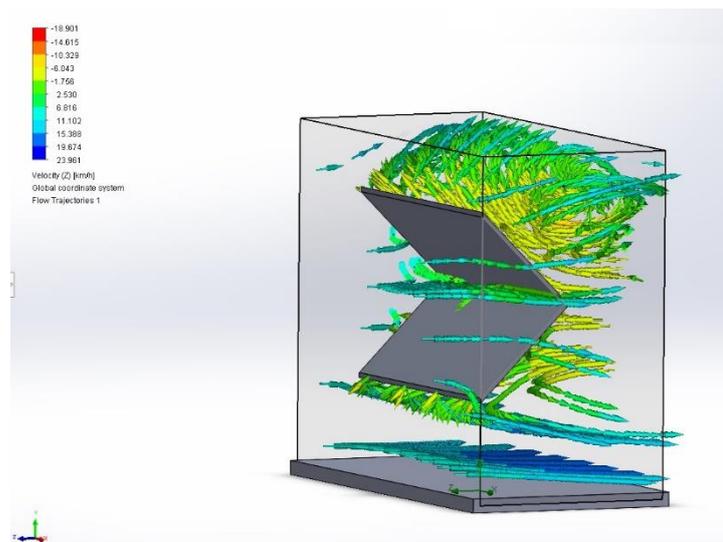


Figura 25. Análisis dinámico del viento a 10 km/h generado mediante el software Solidworks 2020.

Nota: Análisis dinámico del viento en una vista de perfil de un captador de diseño prismático optimizado.

La fuerza de arrastre del diseño prismático optimizado fue obtenida mediante el software Solidworks 2020, otorgándonos un resultado de 84,194 N.

Densidad del fluido

Para esta investigación se realizó con la densidad del aire a una temperatura de 5°C otorgándonos un resultado de 1,269 Kg/m³ según las propiedades del aire a la presión de 1 atm.

Velocidad del fluido

Para nuestra investigación se realizó con una velocidad del aire de 10 Km/h o 2,778 m/s.

Área de proyección

Es la proyección de lo que se visualiza en la vista frontal, en nuestra investigación el área proyectada será la misma, para el análisis aerodinámico de ambos diseños de captadores siendo este de 2,68 m².

Una vez obtenidos todos estos datos, procedemos a reemplazar en la fórmula de coeficiente de arrastre otorgándonos un resultado adimensional de 6,416.

$$C_D = \frac{2 * 84,194}{1,269 * 2,778^2 * 2,68} = 6,416$$

Fórmula 4. Coeficiente de arrastre del diseño de captador prismático optimizado.

Una vez obtenido el coeficiente de arrastre de ambos diseños de captadores, llegamos a determinar que la comparación de la resistencia aerodinámica teniendo en cuenta como fluido el aire, es del 60% más eficiente el del diseño prismático optimizado frente al tradicional, dándose viable la elaboración del diseño del captador.

Elementos constructivos del captador de neblina

Diseño de captador prismático optimizado

Este diseño es un rectángulo viéndose de una perspectiva superior, que estará conformada por 4 parantes verticales, siendo la conformación de 2 captadores planos puestos en

paralelos, pero dando la vuelta completa la malla mosquitera, teniendo una distancia entre estos planos paralelos de 0.67 metros. Estos planos cumplirán la función de captador de agua ya que la red cuenta con orificios de 1 mm de diámetro, formándose gotas de agua a medida que la neblina pase.

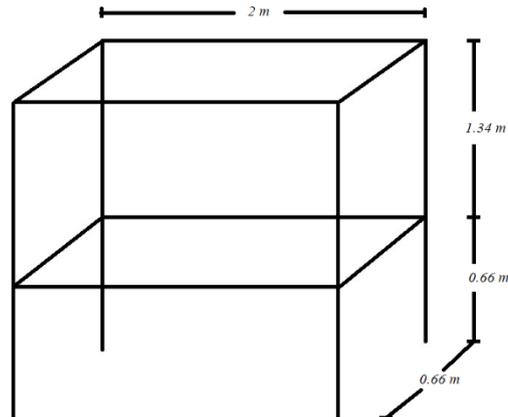


Figura 26. Captador de diseño prismático.

Nota: Captador de diseño prismático.

El diseño presentado anteriormente es un prisma rectangular, yendo el lado más largo de manera perpendicular a la dirección del viento predominante como se muestra en la siguiente imagen.

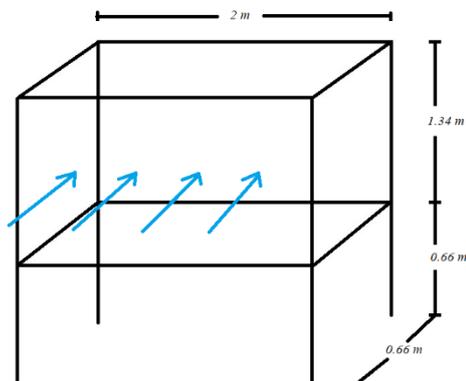


Figura 27. Dirección del viento predominante

Nota: Viento predominante

Para obtener una captación optimizada se incorporó mallas diagonales dentro del prisma rectangular con un ángulo de 45° para asegurar una captación más efectiva ya que otorgará una mayor resistencia al sentido predominante del viento.

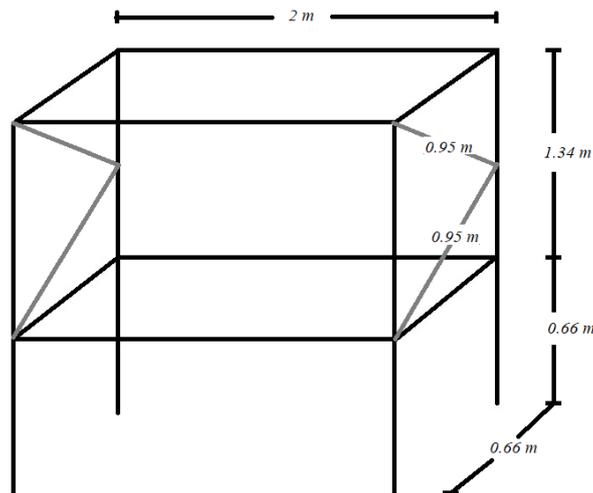


Figura 28. Mallas en 45 grados con la abertura en el sentido del viento

Nota: Mallas diagonales con la abertura en el sentido del viento

Parantes

Elemento estructural del captador de neblina conformado por 4 parantes verticales de 2.5 m de longitud, 4 parantes horizontales de 2 m de longitud y 4 parantes horizontales adicionales de una longitud de 0.66 m de 1x1/8 pulgadas de sección, con una separación de 0.66 m del plano primario y del secundario estos yendo empotrados a medio metro de profundidad, para dicha excavación se usó una barreta, para las uniones de dichos elementos será con pernos y tuercas tamaño 13 para los elementos verticales y horizontales y de tamaño 11 para los elementos diagonales.

Malla

Estas son redes rectangulares, en nuestro caso se usará la malla mosquitera, la función de esta es atrapar el agua de la neblina con la formación de gotas, estas yendo sujetadas a los parantes con nylon y precintos.

Distribución

Este proceso comienza con el agua colectada por la malla, en donde el agua goteará en la parte inferior de la malla hacía un tubo de PVC de 4 (Pulg) de diámetro, yendo sujeta en cada extremo de los parantes con alambre revestido, para posteriormente el agua sea dirigida hasta el balde de almacenamiento.

Almacenamiento

Nuestro proyecto consideró para el almacenamiento, un balde de 18 L de capacidad.

Construcción del captador prismático optimizado

1. Identificar la dirección predominante del viento para tener en cuenta las ubicaciones de los parantes verticales, para posteriormente iniciar el proceso de excavación de una profundidad de 0.5 m.
2. Realizar el armado de las uniones de los parantes verticales de 2.5 m y los parantes horizontales de 2 m y de 0.66 m, yendo unidos con pernos y tuercas número 13, asegurándose la sujeción de tal forma que se mantenga estable la estructura en el suelo firme.
3. Realizaremos el armado de los parantes diagonales en la estructura principal, estos yendo sujetadas con pernos y tuercas número 11.
4. Posicionar la estructura pre armada, en los puntos donde se realizó la excavación para el empotramiento de esta.

5. Una vez empotrada la estructura y asegurarnos que esté rígido, proseguiremos a la colocación de la malla mosquitera, en la parte interna de la estructura, yendo de extremo a extremo de los parantes diagonales, esta malla irá sujeta hacia los parantes con precinto y nylon.
6. Posteriormente realizaremos la instalación de la malla mosquitera en la parte externa de la estructura, dando la vuelta entera por todo el prisma rectangular, estando sujeta hacia los parantes verticales con precinto y nylon.
7. Posteriormente se acoplará la canaleta de PVC hacia los parantes horizontales inferiores con alambre revestido, dándole una leve caída para que pueda descender el agua captada.
8. Para concluir, se pondrá un recipiente en el extremo de la caída de la canaleta, para poder realizar las respectivas mediciones.



Figura 29. Realización del diseño prismático optimizado en campo

Nota: Elaboración del diseño del captador prismático optimizado

2.5.1.3. Determinar la cantidad de agua captada proveniente de cada captador en la captación de agua por neblina

Determinaremos la cantidad de agua captada a través de una jarra de 1L con las medidas respectivas para una toma de datos precisa, tomándose medidas por cada diseño distinto del captador de agua por neblina, para posteriormente calcular la eficiencia por m² de cada tipo de diseño, esto mediante una fórmula, durante un periodo de tiempo de 2 horas.

Cantidad de agua por m² por minuto (ml)

$$= \frac{\text{Cantidad de agua captada en determinada temporalidad (ml)}(T)}{\text{Área total de malla del diseño (m2)} * \text{Temporalidad}(T)}$$

Fórmula 5. Medición de captación de agua de acuerdo con el área del diseño del captador.

En nuestro caso trabajaremos con una temporalidad de 2 horas o 120 minutos, y el área del captador variará de acuerdo con el diseño, para posteriormente comparar la cantidad de agua por minuto de cada diseño del captador y analizar la eficiencia del captador prismático optimizado respecto al tradicional.

En nuestro caso el diseño del captador tradicional tendremos un área de 3.8 m²; y para el diseño del captador prismático optimizado será de 14 m².

Para realizar nuestra tabla se tomó los datos tomados del día en un periodo de tiempo de 2 horas, dándonos un valor de cantidad en ml (mililitros), para posteriormente ser dividido por el total del área de acuerdo con el diseño del captador donde se tomó los datos, así otorgándonos un factor de cantidad de agua por m², para posteriormente dicho factor sea dividido por el tiempo de periodo escogido en minutos, otorgándonos finalmente un valor de cantidad de agua por minuto en ml. Para concluir, tendremos histogramas para visualizar de manera didáctica la comparación de agua captada de un diseño del captador frente a otro, esto de forma diaria; se incluirá un resumen semanal para visualizar la eficiencia del prismático optimizado frente al tradicional.

Aspectos éticos

Para la recolección de datos, se hizo de forma diaria tomando medición del agua captada en el balde de 18L, para posteriormente obtener una gráfica de obtención de agua captada de forma diaria en un período de tiempo de 2 horas.

Fecha de inicio

La inspección del terreno se realizó el día 4 de octubre del 2020, realizando la revisión del clima y la visibilidad meteorológica para saber a qué nivel de neblina realizaremos nuestro proyecto, las mediciones lo realizó un habitante que habita en la zona ya que debido a la coyuntura solo se fue a la zona una vez, facilitándonos la toma de datos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Tabla 3

Cantidad de agua recolectada por ambos diseños en la semana N°1.

Semana N°1					
Día	Diseño	Tiempo (m)	Cantidad (ml)	Cantidad de agua por m ² (ml)	Cantidad de agua por minuto (ml)
Domingo 19 de setiembre	Plano	120	1280	336.8	2.81
	Prismático O.		5760	411.4	3.43
Lunes 20 de setiembre	Plano		1150	302.6	2.52
	Prismático O.		5310	379.3	3.16
Martes 21 de setiembre	Plano		1240	326.3	2.72
	Prismático O.		5590	399.3	3.33
Miércoles 22 de setiembre	Plano		1330	350.0	2.92
	Prismático O.		6040	431.4	3.60
Jueves 23 de setiembre	Plano		1310	344.7	2.87
	Prismático O.		6060	432.9	3.61
Viernes 24 de setiembre	Plano		1350	355.3	2.96
	Prismático O.		6180	441.4	3.68
Sábado 25 de setiembre	Plano		1370	360.5	3.00
	Prismático O.		6210	443.6	3.70

Nota: Tabla de elaboración propia, 2020.

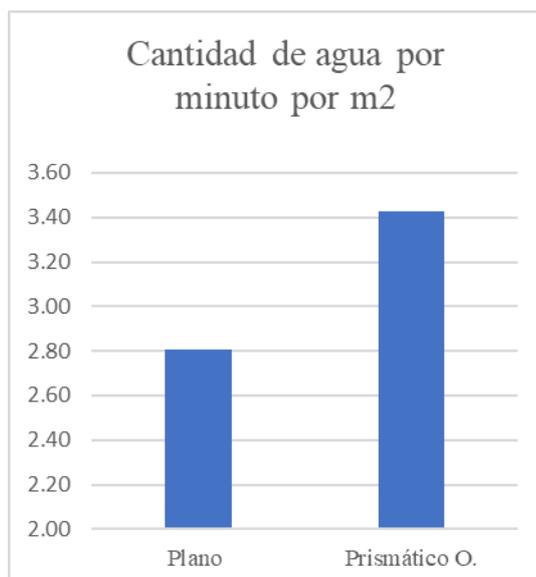


Figura 30. Cantidad de agua por minuto por m² del domingo 19 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

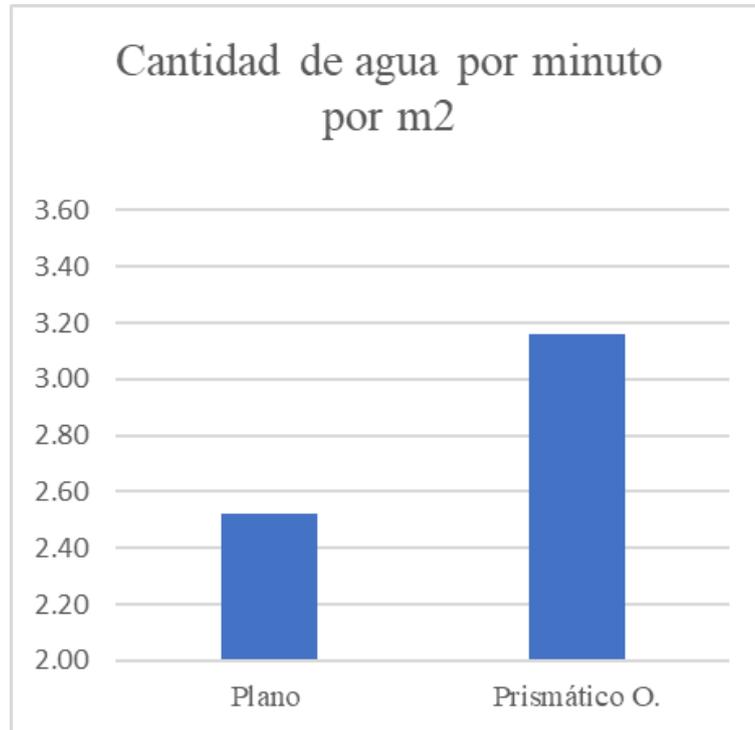


Figura 31. Cantidad de agua por minuto por m² del lunes 20 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

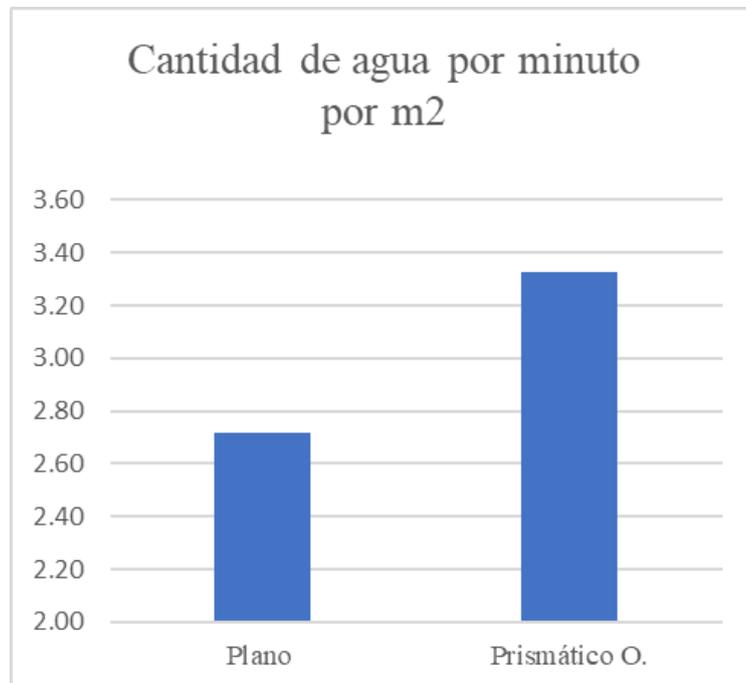


Figura 32. Cantidad de agua por minuto por m² del martes 21 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

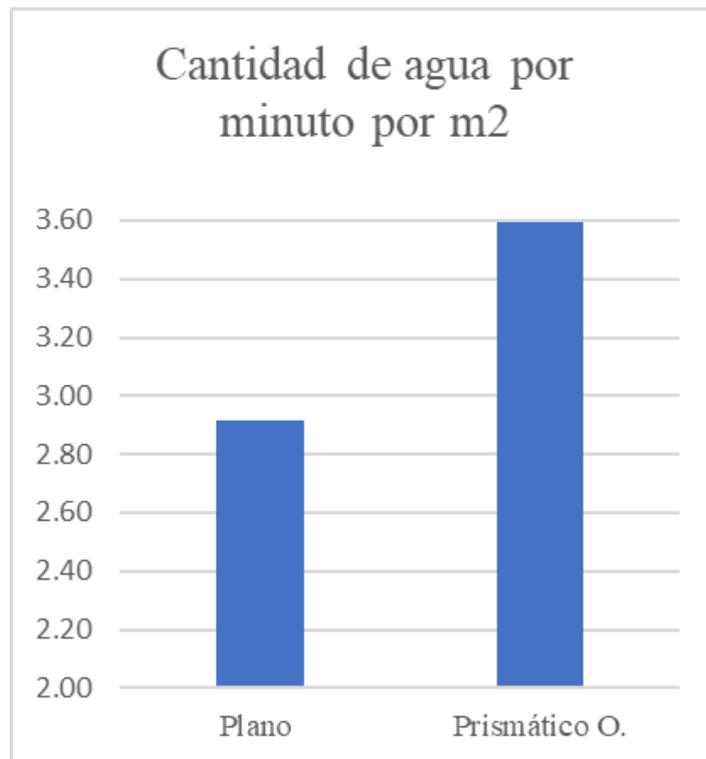


Figura 33. Cantidad de agua por minuto por m² del miércoles 22 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

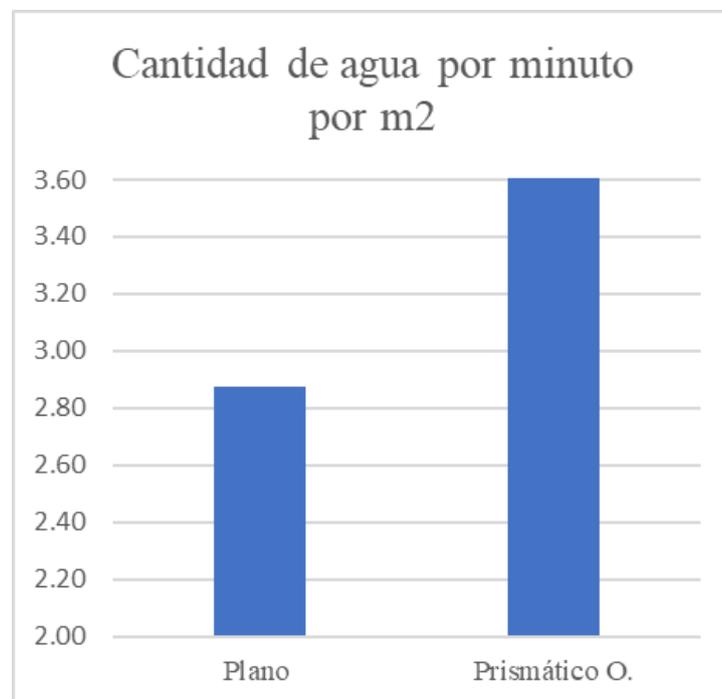


Figura 34. Cantidad de agua por minuto por m² del jueves 23 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

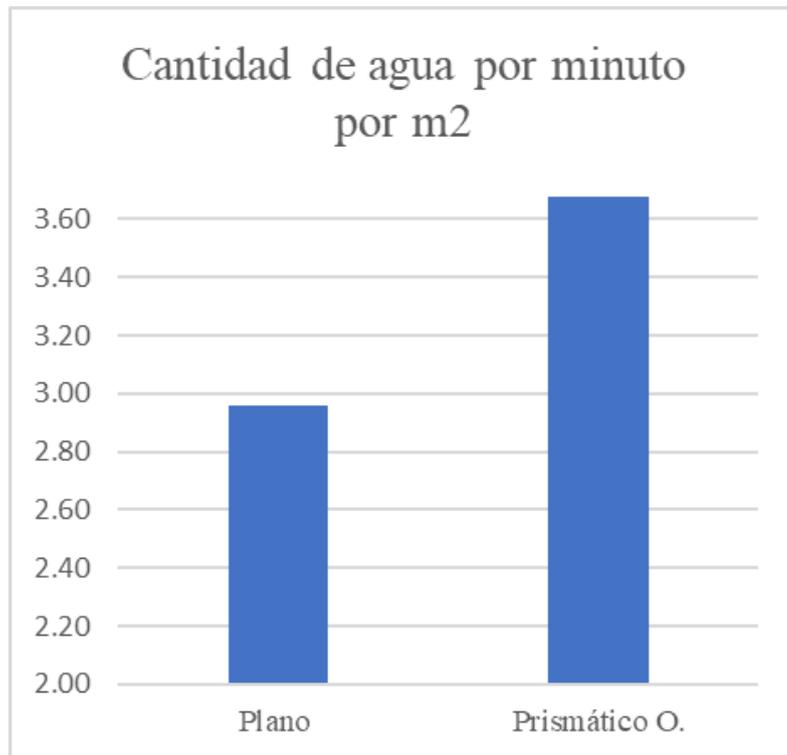


Figura 35. Cantidad de agua por minuto por m² del viernes 24 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

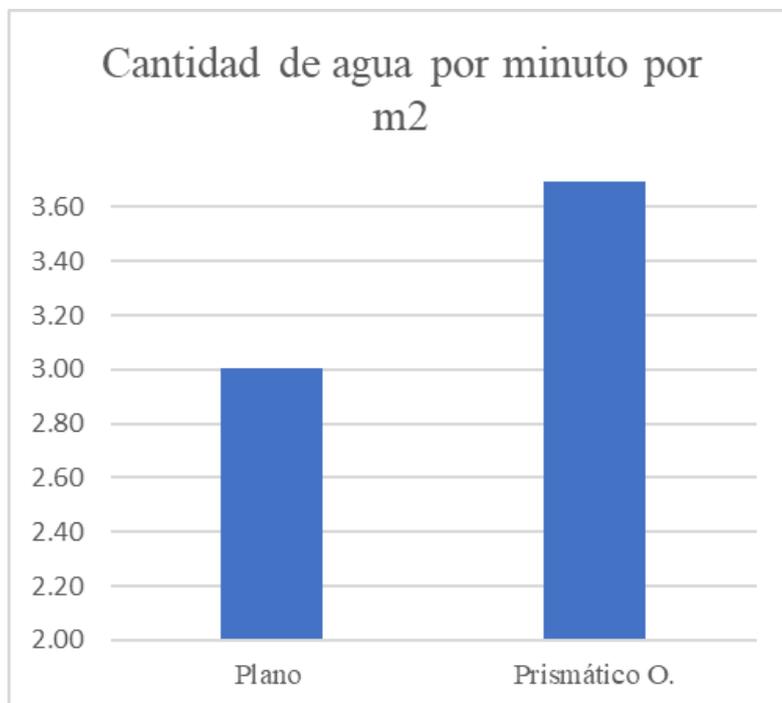


Figura 36. Cantidad de agua por minuto por m² del sábado 25 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

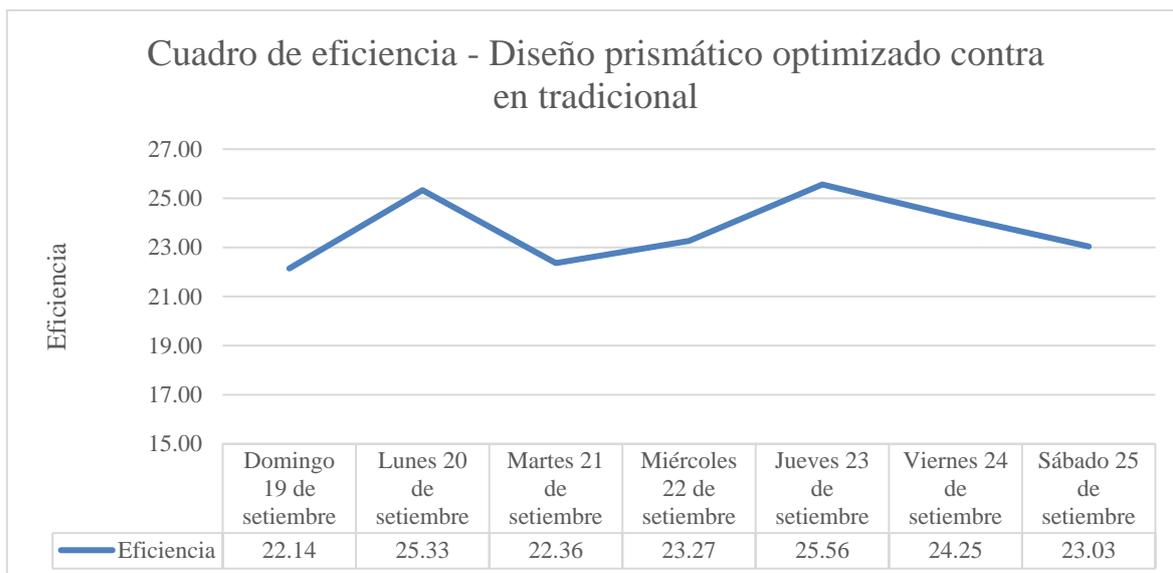


Figura 37. Eficiencia en porcentaje del comparativo del diseño prismático optimizado frente al diseño tradicional de la Semana 1

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

Tabla 4

Cantidad de agua recolectada por ambos diseños en la semana N°2.

Semana N°2					
Día	Diseño	Tiempo (m)	Cantidad (ml)	Cantidad de agua por m ² (ml)	Cantidad de agua por minuto (ml)
Domingo 26 de setiembre	Plano	120	1410	371.1	3.09
	Prismático O.		6430	459.3	3.83
Lunes 27 de setiembre	Plano		1370	360.5	3.00
	Prismático O.		6280	448.6	3.74
Martes 28 de setiembre	Plano		1350	355.3	2.96
	Prismático O.		6230	445.0	3.71
Miércoles 29 de setiembre	Plano		1430	376.3	3.14
	Prismático O.		6450	460.7	3.84
Jueves 30 de setiembre	Plano		1460	384.2	3.20
	Prismático O.		6620	472.9	3.94
Viernes 01 de octubre	Plano		1390	365.8	3.05
	Prismático O.		6280	448.6	3.74
Sábado 02 de octubre	Plano		1410	371.1	3.09
	Prismático O.		6320	451.4	3.76

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

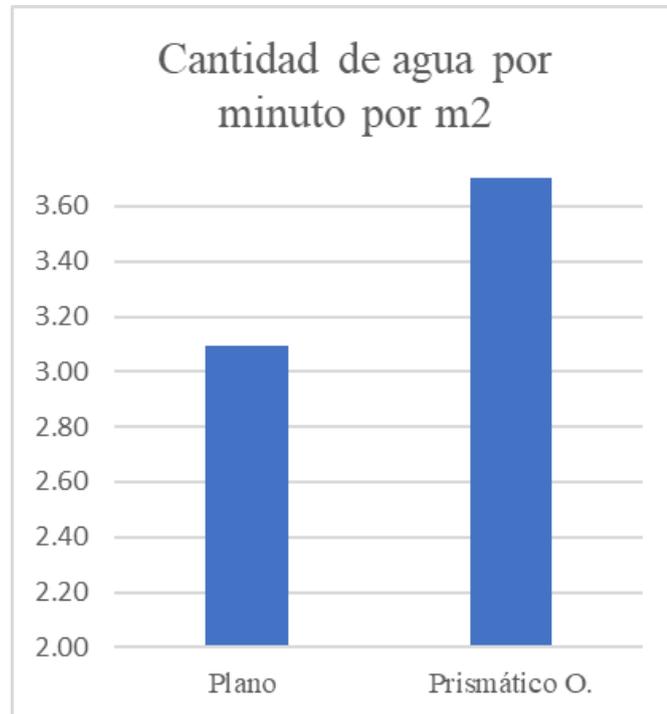


Figura 38. Cantidad de agua por minuto por m² del domingo 26 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

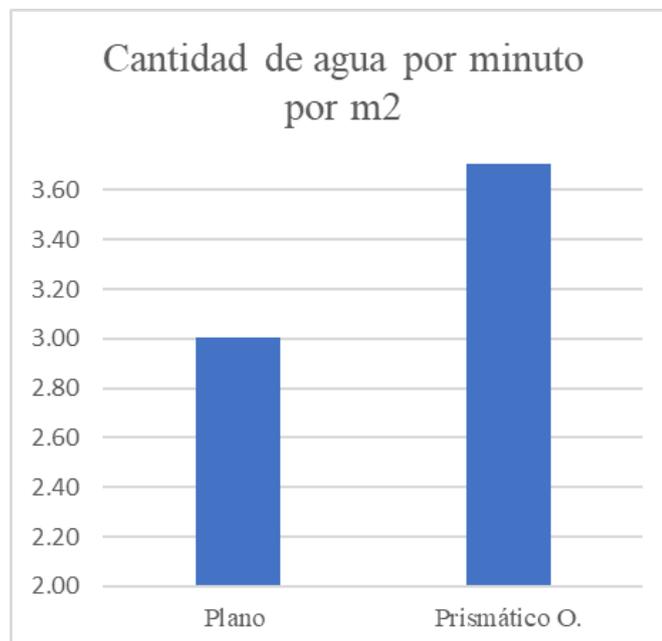


Figura 39. Cantidad de agua por minuto por m² del lunes 27 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

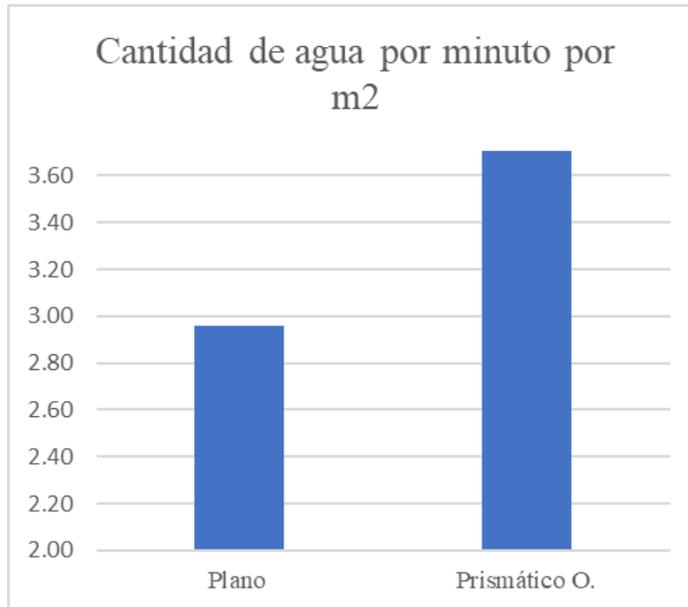


Figura 40. Cantidad de agua por minuto por m² del martes 28 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

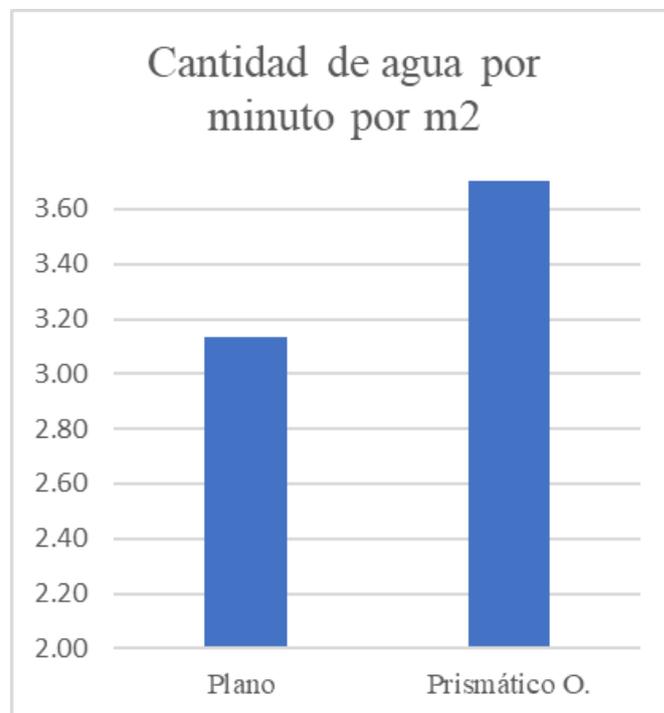


Figura 41. Cantidad de agua por minuto por m² del miércoles 29 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

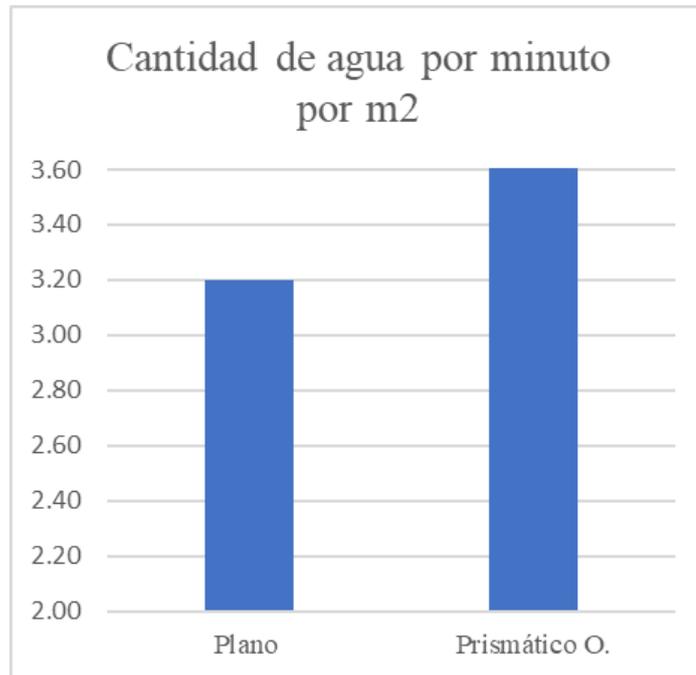


Figura 42. Cantidad de agua por minuto por m² del jueves 30 de setiembre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

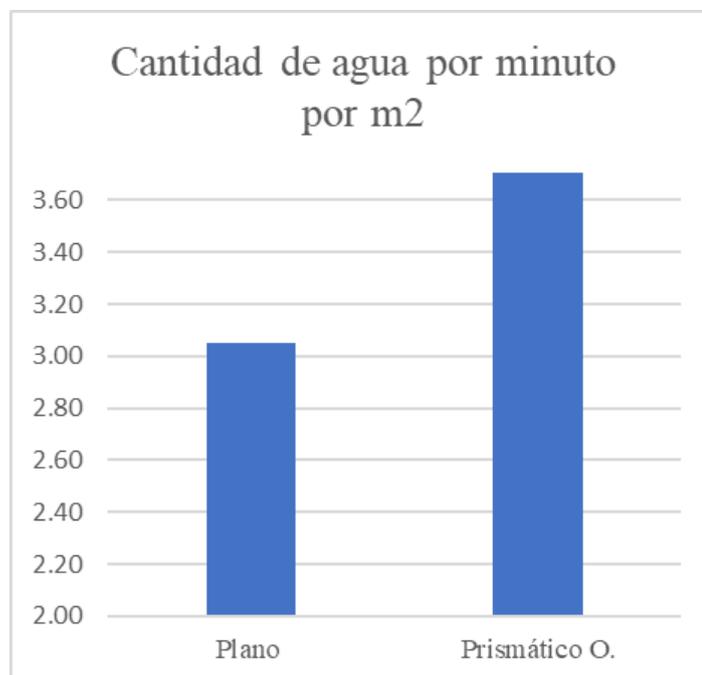


Figura 43. Cantidad de agua por minuto por m² del viernes 01 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

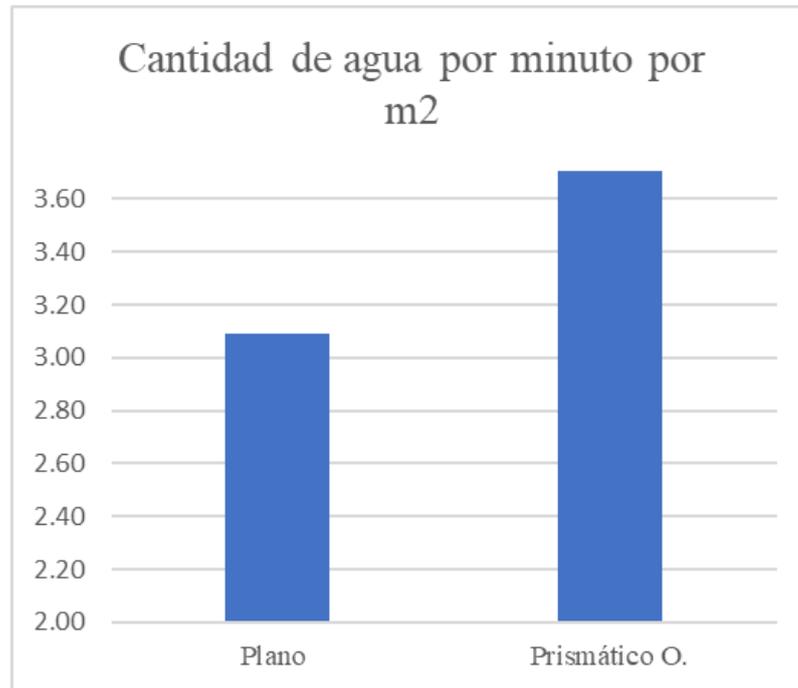


Figura 44. Cantidad de agua por minuto por m² del sábado 02 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

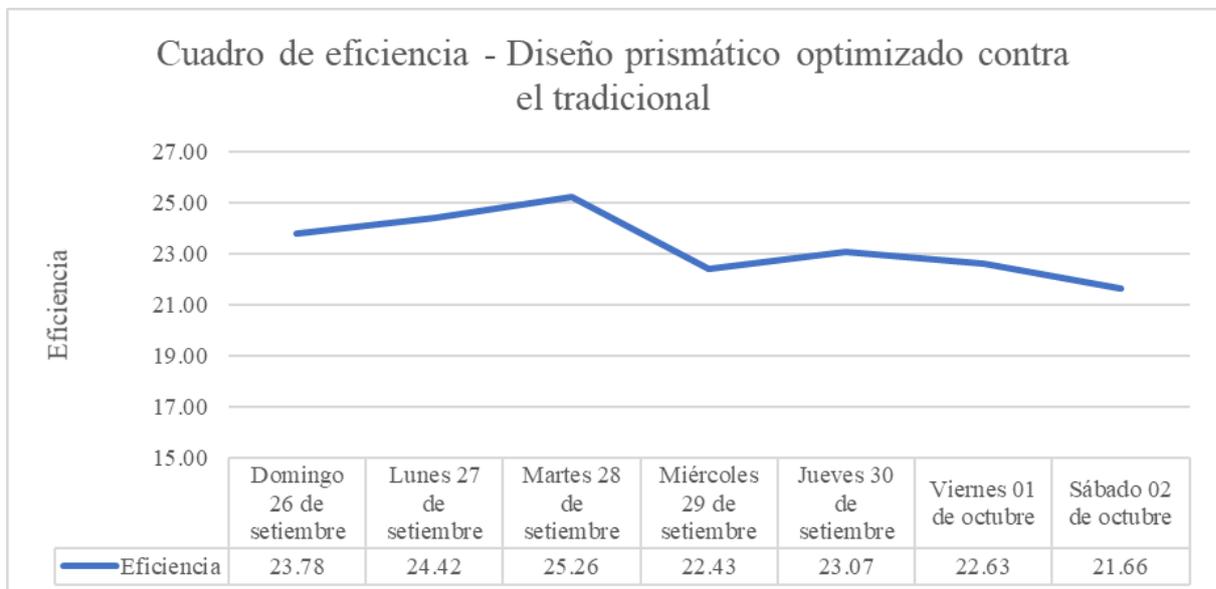


Figura 45. Eficiencia en porcentaje del comparativo del diseño prismático optimizado frente al diseño tradicional de la Semana 2

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

Tabla 5

Cantidad de agua recolectada por ambos diseños en la semana N°3.

Semana N°3					
Día	Diseño	Tiempo (m)	Cantidad (ml)	Cantidad de agua por m ² (ml)	Cantidad de agua por minuto (ml)
Domingo 03 de octubre	Plano	120	1460	384.2	3.20
	Prismático O.		6630	473.6	3.95
Lunes 04 de octubre	Plano		1490	392.1	3.27
	Prismático O.		6710	479.3	3.99
Martes 05 de octubre	Plano		1540	405.3	3.38
	Prismático O.		6920	494.3	4.12
Miércoles 06 de octubre	Plano		1480	389.5	3.25
	Prismático O.		6710	479.3	3.99
Jueves 07 de octubre	Plano		1520	400.0	3.33
	Prismático O.		6830	487.9	4.07
Viernes 08 de octubre	Plano		1500	394.7	3.29
	Prismático O.		6780	484.3	4.04
Sábado 09 de octubre	Plano		1530	402.6	3.36
	Prismático O.		6900	492.9	4.11

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

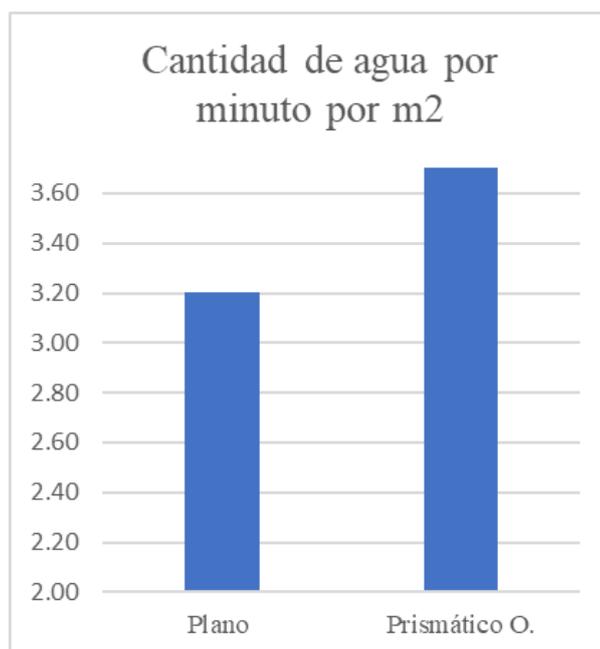


Figura 46. Cantidad de agua por minuto por m² del domingo 03 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

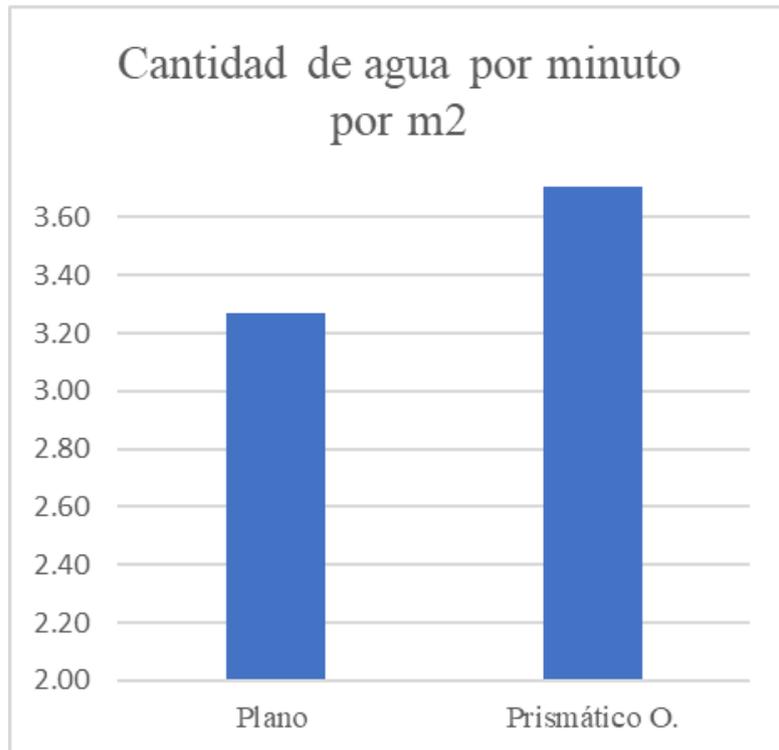


Figura 47. Cantidad de agua por minuto por m² del lunes 04 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

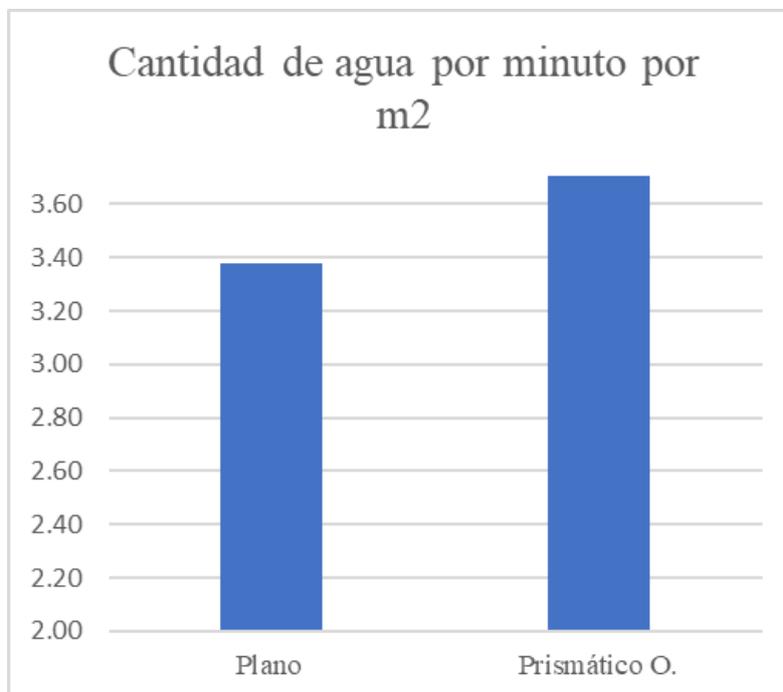


Figura 48. Cantidad de agua por minuto por m² del martes 05 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

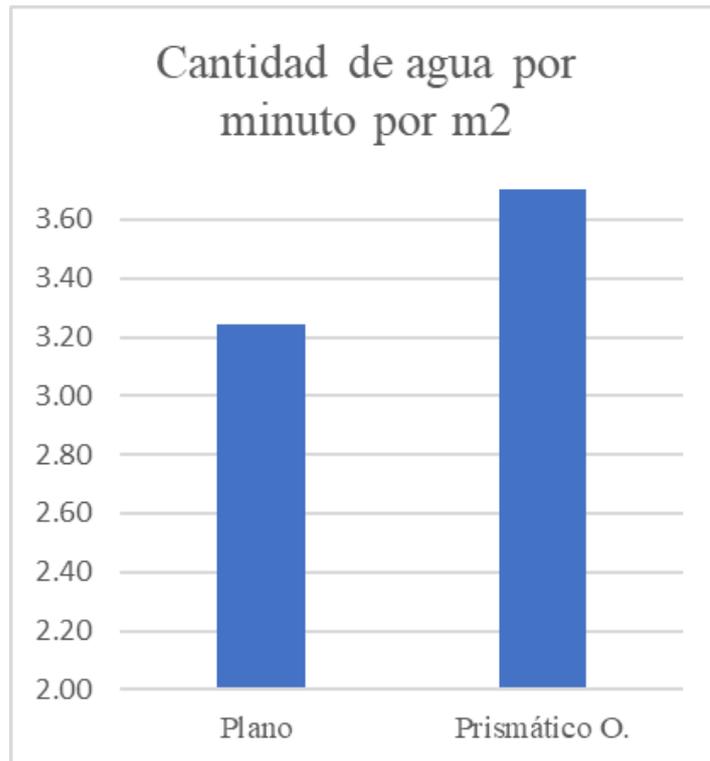


Figura 49. Cantidad de agua por minuto por m² del miércoles 06 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

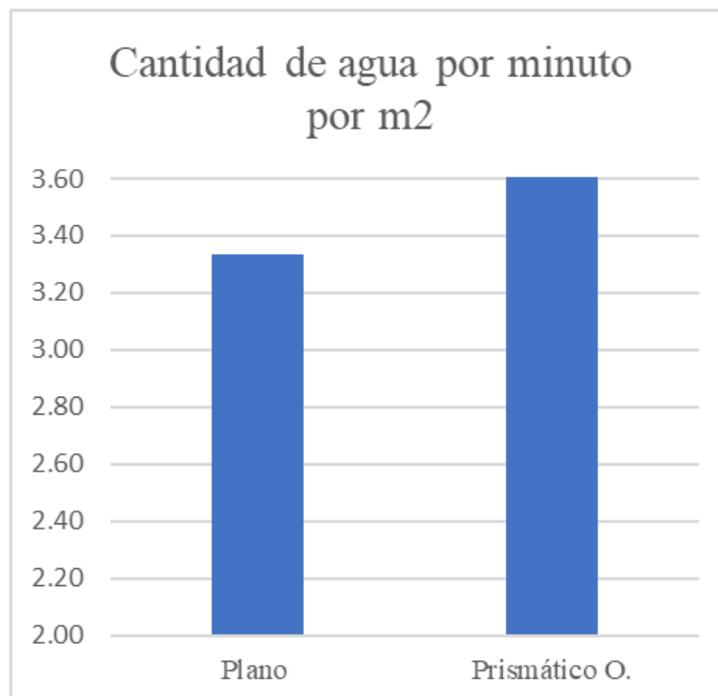


Figura 50. Cantidad de agua por minuto por m² del jueves 07 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

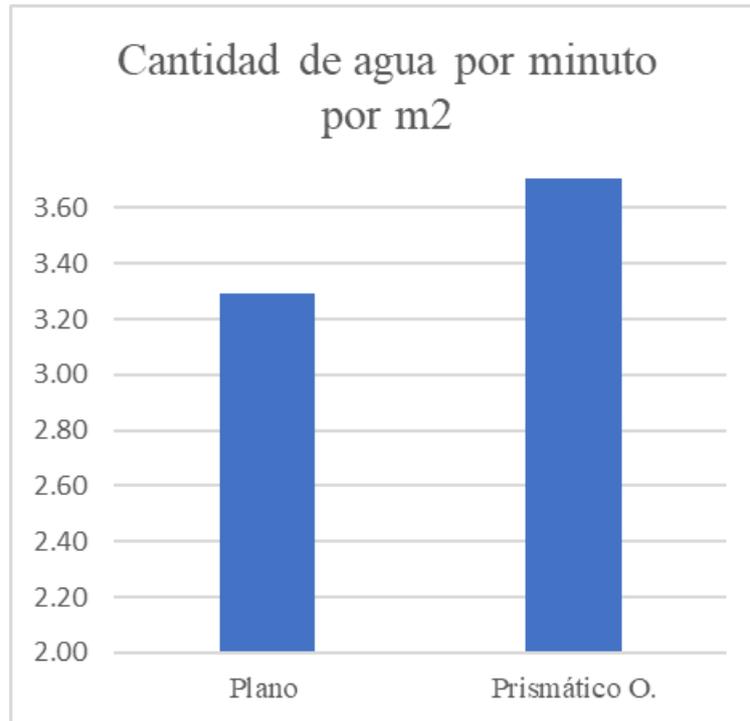


Figura 51. Cantidad de agua por minuto por m² del viernes 08 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

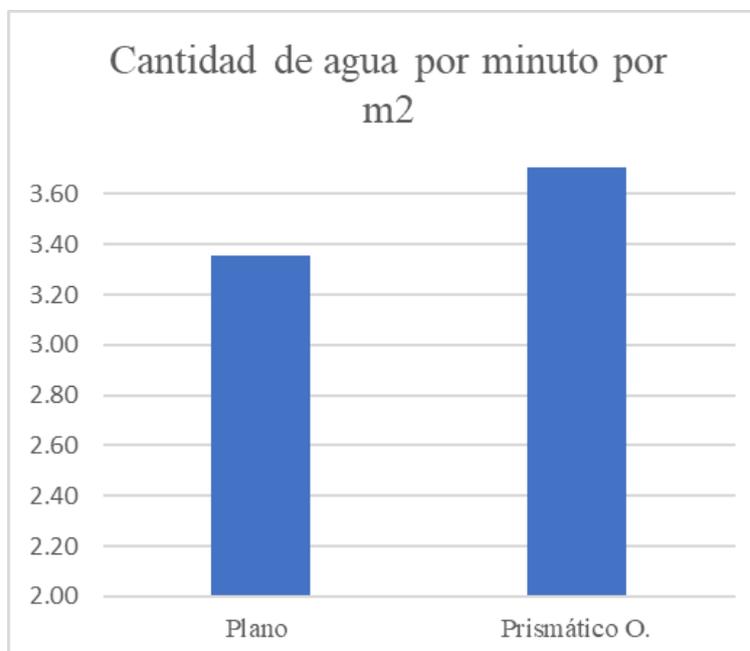


Figura 52. Cantidad de agua por minuto por m² del sábado 09 de octubre del 2021.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

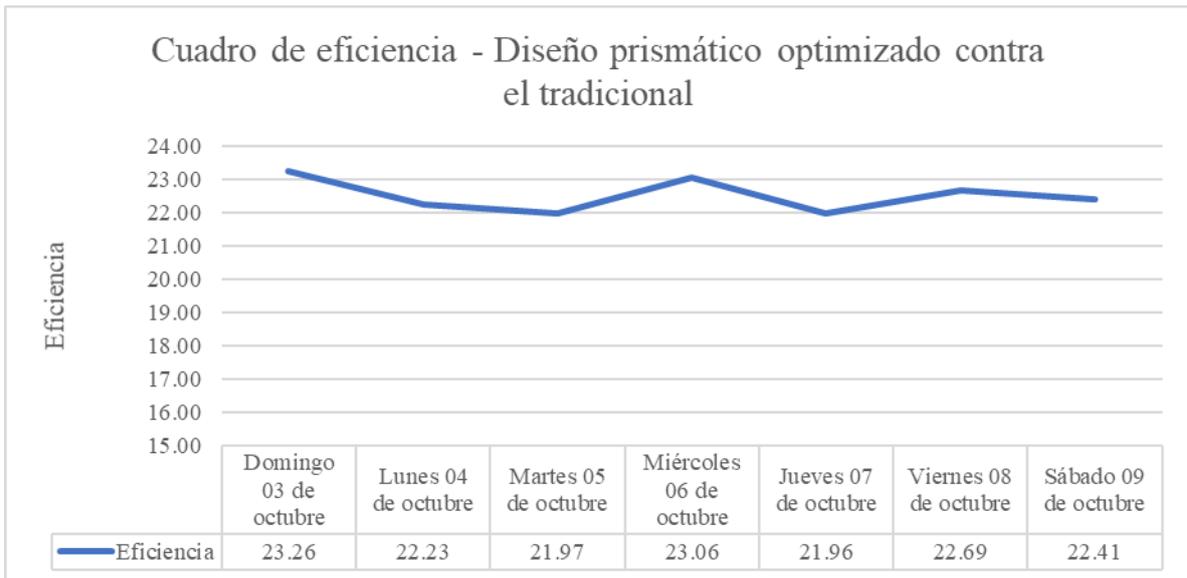


Figura 53. Eficiencia en porcentaje del comparativo del diseño prismático optimizado frente al diseño tradicional de la Semana 3.

Nota: Tabla de elaboración propia, 2021.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Para obtener la máxima cantidad de agua captada de la neblina para ambos diseños de captadores, se tuvo que armar los lados más predominantes (de mayor área) en el sentido perpendicular del viento, para asegurar la mejor captación de neblina mediante la malla.

Para nuestra investigación se utilizó la malla mosquitero en ambos diseños, así obtener una mejor comparativa de resultados, y además siendo la malla de mayor eficiencia comparándose con otras mallas de diferente material o diámetro de separación.

Hay que tener en cuenta que los resultados de esta investigación son único y específico de la zona de estudio, ya que cada lugar de investigación tiene variables diferentes que puedan afectar el comportamiento de la neblina o en la cantidad captada por la malla.

Tener en cuenta que el tiempo de recolección de agua por neblina se realizó en horarios donde la presencia de la neblina ya se consideraba de poco a media visibilidad.

Briones Rabanal, E y Mejía Llatas C. (2017). En su investigación, en la cual analiza la eficiencia de distintas mallas del captador de neblina usando el diseño plano, demostró que la malla mosquitera es la más eficiente, frente a otras mallas como la raschel, fibra de vidrio y el de costal de rafia, con una cantidad máxima captada de 2.46 ml/min por m²; siendo el material que se utilizó para esta investigación, en nuestro caso se captó una cantidad máxima de 3.94 ml/min por m².

Para esta investigación el agua recolectada solo se usará para el sector agrícola y ganadera, debido a que son pocas las veces que el agua captada son de uso potable o para el consumo humano, ya que esta neblina suele trasladar partículas de polvo con bacterias y otros organismos; caso contrario se tendría que realizar una evaluación o prueba de potabilidad del agua recolectada.

En la tabla 3, 4 y 5 se muestra los porcentajes de eficiencia por semana teniendo un rango promedio de 22 a 26% de eficiencia, del diseño prismático rectangular comparado con el diseño plano.

4.2 Conclusiones

De acuerdo con los resultados, la eficiencia máxima de la captación de agua por neblina por el método de malla, obtenida, comparándose el diseño prismático optimizado frente al diseño del captador tradicional fue de un promedio del 23.51 % siendo de 3.94 ml/min por m² la cantidad máxima obtenida, cumpliéndose la hipótesis generada por esta investigación.

Se realizó la inspección visual de la zona altoandina, Congas, comprobándose la presencia de neblina a un nivel de visibilidad media, obteniéndose los datos en los días 19 de setiembre hasta el 09 de octubre del 2021.

Se ejecutó la elaboración de dos diseños diferentes de captadores de neblina, el primero siendo un prisma rectangular optimizada con un área de malla de 14 metros cuadrados y el segundo siendo un diseño plano convencional de un área de malla de 3,8 metros cuadrados, ambos realizados en la zona altoandina de Congas, Ancash.

REFERENCIAS

- Acuicultura y Aprovechamiento del para el Desarrollo Rural. (s.f.). Introducción a la Captación del Agua. 2-3.
- Ángeles Puris, L., Castañeda Ramos, B., Espinoza Apaza, B., Huamani Cabana, W., Lozano Flores, M., Mamani Quispe, G., . . . Taza Portocarrero, Y. (2015). *Atrapanieblas*. Villa María del Triunfo.
- Baladón, A. (1992). *Wikipedia.org*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Atrapanieblas#:~:text=Los%20atrapanieblas%20o%20captanieblas%20son,y%20algunos%20pa%C3%ADses%20de%20C3%81frica>.
- Barradas L., V. (2000). La importancia de la niebla como fuente natural y artificial de agua en la región de las grandes montañas del estado de Veracruz, México. México.
- Castañeda Luz, Á., Espinoza, B., Huamani, W., Lozano, M., Mamani, G., Orihuela, L., . . . Taza, Y. (2015). *Atrapanieblas*. Perú. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/388374994/268443641-Proyecto-Atrapanieblas-pdf#download>
- Castillo, P. (2006). *Meteoredtiempo.com*. Obtenido de <https://foro.tiempo.com/observacion-y-medida-de-la-visibilidad-t38783.0.html>
- Cereceda, P. (2010). Los Atrapanieblas. *Medio Ambiente y Desarrollo*, 51-56.
- Cereceda, P., Hernández, P., Leiva, J., & Rivera, J. (2011). *Agua de Niebla, Nuevas Tecnologías para el Desarrollo sustentable en Zonas Áridas y Semiáridas*. Chile.
- Corell, D., José Estela, M., & Valiente, J. (2011). Obtención de agua a partir de la niebla en el Montenegro. Montenegro. Obtenido de <http://divulgameteo.es/uploads/Captaci%C3%B3n-niebla-Mediterr%C3%A1neo.pdf>
- Del Valle de Borrero, D. (2018). Cosecha de agua de lluvia y medidas de control para aguas de tormenta en el entorno rural y urbano. Panamá.
- Escardó, A. L. (2010). Clima y cambio climático. *Revista del Aficionado a la Meteorología*, 1.

- Escuela Europea de dirección y empresa. (2019). *EUDE (European Business School)*. Obtenido de <https://www.eude.es/blog/eficiencia-eficacia-diferencias/#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20eficiencia,obtenidos%20a%20trav%C3%A9s%20de%20%C3%A9ste.&text=O%20bien%20todo%20lo%20contrario,recursos%20o%20E2%80%93incluso%2D%20menos>.
- García Ubaque, C., Vaca Bohórquez, M., & García Ubaque, J. (2013). Factibilidad técnica y de salud pública de la recolección de aguas nieblas: Estudio de caso. *Revista de Salud Pública*, 370-372.
- hortomallas.com. (2013). *hortomallas.com*. Obtenido de <https://www.hortomallas.com/escoger-una-malla-sombra-adecuada-tus-necesidades/>
- Infobae. (2013). *Infobae*. Obtenido de <https://www.infobae.com/2013/06/11/714916-cuales-la-diferencia-niebla-y-neblina/#:~:text=La%20%C3%BAnica%20diferencia%20entre%20neblina,fen%C3%B3meno%20es%20considerado%20como%20neblina>.
- López Hernández, N., Palacios Vélez, L., Anaya Garduño, M., Chavez Morales, J., Rubiños Panta, J., & García Carillo M. (2017). Diseño de Sistemas de Captación del agua de lluvia: Abastecimiento Hídrico. México. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153306016>
- Marzol. (2006). *Ecured.cu*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Neblina>
- Mejía Llatas, C., & Briones Rabanal, E. (2017). Eficiencia de cuatro tipos de mallas en la captación de agua de neblina en el caserío Casadencito, distrito de Chotilla, Cajamarca. Chotilla, Cajamarca, Perú. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11385/Briones%20Rabanal%20Erika%20Lizeth%2c%20Mejia%20Llatas%20Cinthia%20Marilu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parada Molina, P., & Cervantes, J. (2017). Captación de agua de lluvia y niebla. Xalapa, México. Obtenido de <https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/5661/8093>
- Pérez Porto, J. (2019). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/neblina/>
- PortalFrutícola. (2017). *PortalFrutícola*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/10/11/construccion-operacion-y-mantenimiento-de-pantallas-de-captacion-de-aguas-nieblas-tipos-de-atrapanieblas/>
- Raffino, M. (2020). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/agua/>

- Ritter, A., Regalado, C., Aschan, G., & Gómez, y. L. (2005). Contribución Hídrica de la captación de niebla al balance de un bosque de Laurisilva en el Parque Nacional de Garajonay. Garajonay, España. Obtenido de https://aritter.webs.ull.es/Download/poster_Fog_ZNS05.pdf
- Senamhi. (2009). Sepa qué es la neblina y cómo se forma en la costa peruana. *RPP Noticias*, pág. Única.
- T., R. (2013). *Captación de agua de niebla para reforestación en Perú y Bolivia*. Perú y Bolivia: Zabalketa; Ner Group.
- Torres, A. (2014). *Atrapaniebla*. Obtenido de <http://www.laligadelagua.com/uploads/5/2/5/2/52528841/atrapaniebla.pdf>
- Weather Spark. (2020). *Weather Spark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/24219/Clima-promedio-en-Ocros-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Cuéllar Mayta, José Gabriel (2018). *Impacto económico de la implementación de mecanismos capturadores de agua atmosférica para uso agrícola. Villa María del Triunfo, Lima - Perú*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3356/cuellar-mayta-jose-gabriel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez Cabanillas, José Arturo (2018). *Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/15678/S%C3%A1nchez_CJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vásquez Ramírez, Luis (2019). *Volumen de agua aprovechable utilizando malla atrapanieblas en el centro poblado La Palma - Chota*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3446/TESIS%20-%20CIEZA%20LEON%2C%20Luis%20Rolando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS



Figura 54. Realización de estructura y prueba de armado del diseño del captador prismático optimizado.

Nota: Armado de estructura para su posterior armado.

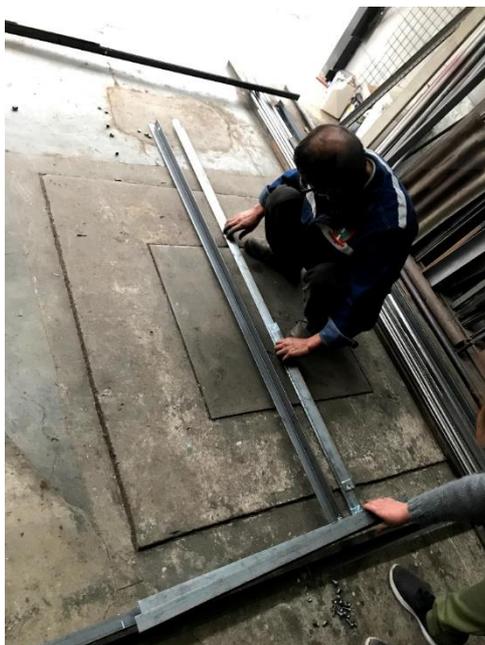


Figura 55. Embalaje de ambos diseños de captadores para su posterior armado in situ.

Nota: Embalaje de las estructuras.



Figura 56. Instalación del sistema de drenaje del captador de diseño prismático optimizado.

Nota: Sujeción del drenaje hacía la estructura.



Figura 57. Perspectiva del drenaje y salida de tubería para la respectiva caída del agua en el almacenamiento.

Nota: Verificación de una pequeña pendiente para la caída del agua.