



*Universidad Nacional de  
Cajamarca*

“NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA”  
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962  
CAJAMARCA – PERÚ

Facultad de Ingeniería

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica

---

---

**“VOLUMEN DE AGUA APROVECHABLE UTILIZANDO MALLA  
ATRAPANIEBLAS EN EL CENTRO POBLADO LA PALMA -  
CHOTA”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO HIDRÁULICO

Autor:

**LUIS ROLANDO CIEZA LEÓN**

Asesor:

**DR. ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2019**

COPYRIGHT © 2019 by  
LUIS ROLANDO CIEZA LEÓN  
Todos los derechos reservados

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Cajamarca, que a través de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica con su honorable plana docente que me ha ayudado a obtener los últimos alcances en mi formación profesional.

Quiero agradecer al Dr. Luis Vásquez Ramírez, ya que gracias a su esmerado asesoramiento, consejos y sugerencias que me ha brindado incondicionalmente, es que he podido presentar mi tesis acorde a las actuales exigencias de la de la Universidad Nacional de Cajamarca.

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación para optar el grado de Ingeniero Hidráulico lo dedico a mis padres Sandra y Demetrio; a quienes les debo todo lo que tengo y todo lo que soy en mi vida; a mis hermanos Dante y Mylin con quienes lucho siempre para dejar muy en alto la bendición más grande que Dios nos dio, mis padres.

A Dios, ya que, gracias a Él, tengo a mis padres y hermanos tan maravillosos, que me ayudan a superar mis derrotas y celebran mis triunfos.

Y a mi prestigiosa alma mater, la Universidad Nacional de Cajamarca, que ha sido y es mi guía y camino en mi formación profesional.

*“Si conoces al enemigo y te conoces a ti mismo, no temas el resultado de cien batallas; si te conoces a ti mismo, pero no conoces al enemigo, por cada batalla ganada perderás otra; si no conoces al enemigo ni a ti mismo, perderás cada batalla”*

*Sun Tsu*

*“A donde quiera que vayas, ve con todo tu corazón”*

*Confucio*

*“No hay emoción más intensa para un inventor que ver una de sus creaciones funcionando”*

*Nikola Tesla*

## CONTENIDO

	Página
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación	3
A nivel internacional	3
A nivel nacional	5
A nivel local	7
2.2. Bases Teóricas	8
Malla atrapanieblas	8
Atrapanieblas	8
Funcionamiento	8
Malla para atrapanieblas	9
Medición de eficiencia de captación	11
Tipos de atrapanieblas	11
Dotación de agua en zona rural	11
Población futura	11
Dotación de Agua	12
Humedad atmosférica	13
Vapor de Agua	14
Presión de vapor ( $e_a$ )	14
Medida de la presión de Vapor ( $e_a$ )	14
Presión de Saturación ( $e_s$ o $e_{sh}$ )	15
Humedad absoluta ( $\rho_v$ )	16
Humedad específica ( $q$ )	17
Relación de masa ( $r$ )	17
Déficit de saturación ( $\Delta e$ )	17
Humedad relativa (HR)	18

Proceso de saturación y temperatura del punto de rocío	18
Viento	19
2.3. Definición de términos básicos	21
Atrapanieblas	21
Punto de Rocío	21
Humedad atmosférica	21
Cosecha del agua	21
Atmósfera	21
Ciclo hidrológico	21
Temperatura	21
Radiación solar	21
Condensación	22
Humedad atmosférica	22
Presión atmosférica	22
Humedad absoluta	22
Humedad relativa	22
Humedad específica	22
Viento	22
Clima	22
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>23</b>
3.1. Ubicación geográfica del proyecto de investigación	23
Ubicación del proyecto en coordenadas UTM	23
3.2. Tiempo en que se realizó la investigación	25
3.3. Procedimiento	25
3.4. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados	30
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>35</b>
4.1 Análisis de resultados	35
Análisis de la dotación de agua para el C.P. La Palma	35
Análisis de los datos obtenidos in situ	36
4.2 Discusión de resultados	48
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>51</b>
5.1 Conclusiones	51
5.2 Recomendaciones	52

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla N°01. Dotación de agua según forma de disposición de excretas	12
Tabla N°02. Dotación de agua para viviendas con fuente de agua de origen pluvial	12
Tabla N°03. Variación altitudinal de la variable psicrométrica	15
Tabla N°04. Variación de la presión de vapor con la temperatura	16
Tabla N°05. Magnitud de la velocidad de los vientos. Escala de Beaufort	19
Tabla N°06. Tabla comparativa de mallas seleccionadas en el mercado local de Chota	27
Tabla N°07. Población según censos del C.P. La Palma	30
Tabla N°08. Estimación de la tasa de crecimiento ponderado	31
Tabla N°09. Cálculo de la población actual	31
Tabla N°10. Determinación de consumo de escenario deportivo	32
Tabla N°11. Determinación de consumo de casa de rondas	32
Tabla N°12. Determinación de consumo de cementerio	32
Tabla N°13. Determinación de consumo de iglesia	33
Tabla N°14. Determinación de consumo por otros usos	33
Tabla N°15. Determinación de la dotación por otros usos	33
Tabla N°16. Medidas de tendencia central y dispersión del volumen de agua aprovechable en el mes de noviembre de 2018.	36
Tabla N°17. Eficiencia de atrapanieblas en el mes de noviembre del 2018.	37
Tabla N°18. Malla necesaria en metros cuadrados para el mes de noviembre del 2018	37
Tabla N°19. Medidas de tendencia central y dispersión del volumen de agua aprovechable en el mes de diciembre de 2018	40
Tabla N°20. Eficiencia de atrapanieblas en el mes de diciembre de 2018.	41



Tabla N°21. Malla necesaria en metros cuadrados para el mes de diciembre del 2018	41
Tabla N°22. Medidas de tendencia central y dispersión del volumen de agua aprovechable en el mes de enero de 2019.	44
Tabla N°23. Eficiencia de atrapanieblas en el mes de enero del 2019.	44
Tabla N°24. Malla necesaria en metros cuadrados para el mes de enero del 2019	45
Tabla N°25. Resumen de volumen de agua aprovechable de nieblas y neblinas.	48
Tabla N°26. Datos de estación meteorológica mes de noviembre del 2018	57
Tabla N°27. Relación de datos para determinación de presión de vapor de agua $e_a$ – mes de noviembre del 2018.	58
Tabla N°28. Determinación de presión de vapor, presión de saturación, humedad absoluta y humedad específica – mes de noviembre del 2018.	59
Tabla N°29. Determinación de relación de masa, déficit de saturación, humedad relativa y temperatura de rocío- mes de noviembre del 2018.	60
Tabla N°30. Datos de estación meteorológica mes de diciembre del 2018	61
Tabla N°31. Relación de datos para determinación de presión de vapor de agua $e_a$ – mes de diciembre del 2018.	62
Tabla N°32. Determinación de presión de vapor, presión de saturación, humedad absoluta y humedad específica – mes de diciembre del 2018.	63
Tabla N°33. Determinación de relación de masa, déficit de saturación, humedad relativa y temperatura de rocío- mes de diciembre del 2018.	64
Tabla N°34. Datos de estación meteorológica mes de enero del 2019.	65
Tabla N°35. Relación de datos para determinación de presión de vapor de agua $e_a$ – mes de enero del 2019.	66
Tabla N°36. Determinación de presión de vapor, presión de saturación, humedad absoluta y humedad específica – mes de enero del 2019.	67
Tabla N°37. Determinación de relación de masa, déficit de saturación, humedad relativa y temperatura de rocío - mes de enero del 2019.	68
Tabla N°38. Datos malla raschel – noviembre de 2018	69
Tabla N°39. Datos malla mosquitero – noviembre de 2018	70
Tabla N°40. Datos malla metálica – noviembre de 2018	71

Tabla N°41. Datos malla raschel – diciembre de 2018	72
Tabla N°42. Datos malla mosquitero – diciembre de 2018	73
Tabla N°43. Datos malla metálica – diciembre de 2018	74
Tabla N°44. Datos malla raschel – enero de 2019	75
Tabla N°45. Datos malla mosquitero – enero de 2019	76
Tabla N°46. Datos malla metálica – enero de 2019	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura N° 01. Ficha tecnica malla Raschel	9
Figura N° 02. Ficha tecnica malla mosquitero	10
Figura N° 03. Ficha tecnica malla metálica	10
Figura N°04. Ubicación del departamento de Cajamarca	23
Figura N°05. Ubicación de la Provincia de Chota	23
Figura N°06. Ubicación del distrito de Conchan en la provincia de Chota	24
Figura N°07. Ubicación de atrapanieblas en el C.P. La Palma	24
Figura N°08. Detalle constructivo estandar de atrapanieblas bidimensional	28
Figura N°09. Población del C.P. La Palma según datos censales y proyectados al 2019	35
Figura N°10. Volumen acumulado por día en cada malla y días de precipitación – noviembre del 2018	38
Figura N°11. Relación de las temperaturas máximas y mínimas con las temperaturas de punto de rocío en el mes de noviembre del 2018	39
Figura N°12. Volumen acumulado por día en cada malla y días de precipitación – diciembre del 2018	42
Figura N°13. Relación de las temperaturas máximas y mínimas con las temperaturas de punto de rocío en el mes de noviembre del 2018	43
Figura N°14. Volumen acumulado por día en cada malla y días de precipitación – enero del 2019	46
Figura N°15. Relación de las temperaturas máximas y mínimas con las temperaturas de punto de rocío en el mes de enero del 2019	47

Figura N°16. Armado de la malla raschel en los parantes metálicos.	78
Figura N°17. Proceso de unión de franjas de malla metálica	78
Figura N°18. Malla Mosquitero a la izquierda y Malla raschel	79
Figura N°19. Izado de la malla metálica	79
Figura N°20. Eficiencia de captación de la malla raschel	80
Figura N°21. Eficiencia de captación de la malla mosquitero.	80
Figura N°22. Eficiencia de malla Metálica.	80
Figura N°23. Tanque de almacenamiento de agua proveniente del atrapanieblas.	81
Figura N°24. Estación meteorológica semiautomática Davis PRO2.	81
Figura N°25. Condiciones del clima del C.P. La Palma	82
Figura N°26. Uso de acémilas por madres de familia para el transporte de galoneras con agua hacia sus domicilios.	82
Figura N°27. Casa de rondas donde se realizó consultas de uso de agua.	82
Figura N°28. Uso de galoneras de aceite para llevar agua en acémila.	82

## **GLOSARIO DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

C.P.: Centro Poblado

CEPES: Centro Peruano de Estudios Sociales

MINSA: Ministerio de Salud

R.N.E.: Reglamento Nacional de Edificaciones

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

WMO: World Meteorological Organization (Organización Meteorológica Mundial)

## RESUMEN

Se realizó un estudio cuyo propósito fue determinar el volumen de agua aprovechable proveniente de nieblas y neblinas en el Centro Poblado La Palma, distrito de Conchan, provincia de Chota, departamento de Cajamarca; mediante tres tipos de mallas (raschel, mosquitero y metálica) con diseño bidimensional, las cuales fueron ubicadas linealmente y en contra a la dirección del viento más predominante. Se utilizó una estación meteorológica semi automática para la toma de datos in situ y el Software Excel para el procesamiento de los mismos. Los resultados evidenciaron que existía un volumen promedio aprovechable de 45.44 L/d, 64.37 L/d y 60.07 L/d en los meses de noviembre y diciembre del 2018 y enero del 2019 para el caso de la malla metálica de 6.00x4.00m que resultó ser la más eficiente. Por lo tanto, se concluyó que un metro cuadrado de malla metálica capta 1.89 L/d en promedio en el mes más desfavorable, siendo necesario un total de 10.01 m<sup>2</sup> de malla para una dotación per cápita in situ (observada) de 16 L/d y un total de 24.02 m<sup>2</sup> de malla para una dotación teórica (calculada) per cápita de 38.40 L/d para el caso de la zona de estudio.

**Palabras clave:** C.P. La Palma, agua, atrapanieblas, nieblas, neblinas, malla raschel, malla mosquitero, malla metálica.

## **ABSTRACT**

*A study was carried out whose purpose was to determine the volume of usable water from mists and mists in the La Palma Town Center, Conchan district, Chota province, Cajamarca department; through three types of meshes (raschel, mosquito net and metal) with two-dimensional design, which were located linearly and against the most prevailing wind direction. A semi-automatic weather station was used for on-site data collection and the Excel Software for processing them. The results showed that there was an average usable volume of 45.44 L / d, 64.37 L / d and 60.07 L / d in the months of November and December 2018 and January 2019 for the case of the 6.00x4.00m metal mesh that resulted Be the most efficient. Therefore, it was concluded that a square meter of metal mesh captures 1.89 L / d on average in the most unfavorable month, a total of 10.01 m<sup>2</sup> of mesh being required for an in situ (observed) per capita allocation of 16 L / d a total of 24.02 m<sup>2</sup> of mesh for a theoretical (calculated) endowment per capita of 38.40 L / d for the case of the study area.*

**Keywords:** *C.P. La Palma, wather, trappermists, fog, mists, raschel mesh, mosquito mesh, metal mesh.*

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La creciente necesidad de lograr el equilibrio hidrológico que asegure el abasto suficiente de agua a la población se logrará armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua (Ramírez, 2000).

Sin embargo, a como avanza el crecimiento poblacional, la necesidad de obtener nuevas fuentes de agua va en aumento, por ello se busca nuevas alternativas para solventar las necesidades de abastecimiento de agua, los que requieren de especial atención por ser un bien de primera necesidad para los seres vivos. (Cereceda, Hernández, Leiva, & Rivera, 2014)

El Centro Poblado La Palma, está ubicado en el distrito de Conchán, de la provincia de Chota, departamento de Cajamarca; esta zona debido a su ubicación cuenta con un déficit de abastecimiento de agua a razón de que está ubicada en la parte alta de la montaña (2842 m.s.n.m); los pobladores realizan esfuerzos físicos o usando acémilas diariamente para llevar agua a sus viviendas desde montaña abajo. Pero, la zona en estudio, presenta una posible ventaja hídrica, que son sus nieblas y neblinas que pueden ser aprovechadas mediante malla atrapanieblas que es una tecnología apta para este tipo de condiciones.

Es por ello que se genera la siguiente pregunta como una idea para solventar la problemática del lugar: ¿Cuánto volumen de agua se puede aprovechar usando malla atrapanieblas en el Centro Poblado La Palma-Chota? “Los atrapanieblas son un sistema para atrapar las gotas de agua microscópicas que contiene la neblina y nieblas, mediante una malla a manera de letrero que se opone al curso normal de las nieblas y neblinas que son llevadas por el viento”. (Cereceda et al, 2014). Por las condiciones climatológicas que presenta el lugar, se plantea como hipótesis que se obtendrá 1.25 litros de agua por metro cuadrado al día proveniente de nieblas y neblinas.

Se planteó como objetivo general, determinar el volumen de agua aprovechable de nieblas y neblinas utilizando malla atrapanieblas en el Centro Poblado La Palma – Chota, y de este, se desglosan objetivos específicos que son, instalar tres mallas atrapanieblas de materiales raschel, mosquitero y metálica; tomar datos hidrológicos in situ y procesarlos en software Excel; y, por último, calcular la cantidad de malla atrapanieblas necesaria para cubrir la demanda de un poblador del lugar.

El alcance de la investigación es dar a conocer cuánto es el volumen aprovechable de agua proveniente de nieblas y neblinas del clima del Centro Poblado La Palma a una altitud de 2842 m.s.n.m. durante los meses de noviembre y diciembre del 2018 y enero del 2019, mediante el uso de tres tipos de materiales para mallas atrapanieblas (Raschel, mosquitero y metálica) más representativas en el mercado local de la provincia de Chota.

La investigación se justifica debido a las bajas condiciones de vida que se observan en el Centro Poblado La Palma – Chota, debido a la escases de agua y los pocos estudios relacionados al uso de atrapanieblas en zonas de la sierra peruana; es por ello que a través de mi formación académica en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Nacional de Cajamarca, es que realizo la presente investigación que plantea determinar un volumen aprovechable de agua proveniente de nieblas y neblinas del lugar. Además, la Universidad obtendrá una investigación acorde con las exigencias de la actual coyuntura de investigación, generando de este modo que la Universidad Nacional de Cajamarca siga enmarcando el nivel intelectual y hacer realce al lema “Norte de la Universidad Peruana”.

En los capítulos, se plasma los antecedentes teóricos del uso de atrapanieblas de autores que han hecho investigaciones relacionadas a esta investigación; bases teóricas relacionadas a la dotación de agua poblacional y a la determinación de factores atmosféricos relacionados a nieblas y neblinas; definición de términos básicos que ayudaran a la comprensión del lector. Así mismo, se muestra los materiales y métodos para el cálculo del volumen aprovechable de agua por medio de los atrapanieblas, y en los capítulos finales, el análisis y discusión de resultados que son producto del desarrollo y procesamiento de los datos obtenidos. En base a los objetivos plasmados, se genera en el capítulo final las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes teóricos de la investigación

##### A nivel internacional

En el artículo *Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural sustentable*, presentado por Cereceda (2010), indica que realizó un monitoreo durante tres años consecutivos (junio de 1997- junio 2000) de la colección de agua de niebla en la cima del acantilado de Punta Patache a 52 m.s.n.m., mediante 91 neblinómetros de 48 m<sup>2</sup>; donde obtuvo un caudal promedio de 8.0 L/m<sup>2</sup>/día que permitiría abastecer una población de 1.000 personas con 35 litros de agua cada día.

En la población de El Tofo (780 m.s.n.m.) en Arica – Chile, el investigador Danilo Antón (1988), indicó que en dicho lugar en el año 1984 se instalaron los primeros atrapanieblas de grandes dimensiones. Hechos de una capa doble de malla de nilón de fabricación local, cada uno de 4 m de alto y 12 de largo y se sostiene a un metro del suelo mediante postes. Llegando a instalar unos 50 atrapanieblas. El agua captada se midió en un tanque de gran tamaño mediante un ‘Flujómetro’ diseñado por el Servicio del Medio Ambiente Atmosférico de Canadá; teniendo como resultado un promedio de 237 litros diarios por atrapaniebla, o cinco litros diarios por metro cuadrado. Si bien el período de prueba de 14 días puede no ser completamente representativo de todo el año, sí da una idea aproximada del potencial del sistema.

Guerrero & Galleguillos, (2013), realizaron una cuantificación de la colecta de agua de neblinómetros durante nueve meses del año: Los lugares donde se desarrollaron las colectas fueron los cerros de la Comunidad Agrícola de Majada Blanca, a alturas de 500, 600 y 700 m.s.n.m. Los promedios anuales obtenidos en cada uno de los neblinómetros son: N1 (700 metros) =1,6 litros/m<sup>2</sup>/día, N2 (600 metros) =1,1 litros/m<sup>2</sup>/día, N3 (500



metros) =0,8 litros/m<sup>2</sup>/día, N4 (600 metros) =1,1 litros/m<sup>2</sup>/día, N5 (700 metros) =2,5 litros/m<sup>2</sup>/día. De esto concluyeron que a mayor altura se obtiene más captura de agua, aunque existen diferencias a una misma altura, lo que es producto de las condiciones de vientos predominantes, entre otros factores.

Poveda & Sanabria (2017), realizaron un estudio en Siachoque (2760 m.s.n.m.), Boyacá - Colombia de eficiencias de mallas para cinco materiales para atrapanieblas llegando a concluir que la malla que captó mayor volumen de agua fue la polisombra con 26.975 ml, el segundo mejor tratamiento fue la tela quirúrgica con un volumen de 24.540 ml, seguido casi por un volumen igual la malla de velo con 24.445 ml, el costal de fique y la guata se posicionan con volúmenes muy similares de captura con un volumen de 20.595 y 20.305 ml respectivamente. Sin embargo, recalcaron que, durante el proceso experimental, la tela quirúrgica debió ser cambiada a los dos meses de instalada, lo cual pudo haber interferido en su rendimiento de captación; a diferencia de los demás tratamientos que mantuvieron sus condiciones básicas desde el inicio de la instalación hasta la terminación del proceso de medición.

Hidalgo (2016), realizó un estudio de uso de atrapanieblas en comunidades campesinas de la provincia de Chimborazo - Ecuador a una altitud de 3200 m.s.n.m. para una demanda de agua para sembríos de maíz logrando obtener con sus prototipos un caudal de 5,45 Litros. El agua necesaria que debía recoger cada atrapanieblas para llenar el recipiente era de 35,71 Litros/m<sup>2</sup>, por lo que, para cumplir la demanda diaria planteó colocar siete sistemas de atrapanieblas de 6 m<sup>2</sup> de extensión cada uno, logrando recolectar un total de 228,82 Litros de agua al día.

Hernández, Leiva & Rivera (2014) indican que se estudia y desarrolla formas para hacer más eficiente en costo la tecnología de la cosecha de agua de niebla.

Cereceda (2014), en su libro: “Agua de Niebla” indicó que, se estudia y desarrolla formas para hacer más eficiente en costo la tecnología de la cosecha de agua de niebla. A no ser que el precio de la fuente alternativa de agua potable aumente de manera significativa, se requiere mejorar todos los procesos relacionados con la captación de niebla, desde la selección de sitios, análisis en terreno, hasta el diseño de nuevos atrapanieblas más duraderos y de bajo costo para poder tener un proyecto privado

económicamente viable. Es por esto que se espera que, en el futuro, las nuevas tecnologías de prospección y captación de niebla puedan permitir la captación de agua potable de niebla a escala industrial, respetando el medio ambiente y obteniendo una nueva fuente de agua para zonas áridas que tanto la necesitan.

Imaco en el año 2001, considera que la técnica de captación de brumas o “lluvia horizontal” consiste básicamente en la posibilidad de que esa agua puede ser recogida, ya que las gotas contenidas en la bruma precipitan al contacto con objetos. Las brumas pueden ser así, una alternativa a la obtención de agua natural en zonas secas, mediante la utilización de sistemas sencillos de recolección de bajo coste y mantenimiento, llamados colectores de brumas o nefelómetros.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C ostentan que teniendo en cuenta los diversos problemas hídricos que enfrentan algunas poblaciones de Colombia se hace pertinente establecer métodos innovadores que posibiliten el acceso al agua potable de manera fácil y rentable, de igual forma se ve la necesidad de aprovechar la topografía y las condiciones climáticas con las que cuenta Colombia y poder plantear así una alternativa de recolección de agua que pueda dar respuesta a la escasez del recurso hídrico en el municipio de Ráquira para ello busca elaborar el estudio de prefactibilidad para la posible implementación de "Atrapanieblas" en el Municipio de Ráquira - Boyacá llegando a concluir que el uso del agua de neblina se presenta como una alternativa viable para el consumo humano, asimismo llega a evidenciar que gracias a las favorables condiciones meteorológicas del lugar de estudio permite captar alrededor de 7.2 litros/m<sup>2</sup>/día lo que significa que un atrapanieblas de 4mx12m captura 345,6 litros al día, lo suficiente para satisfacer las necesidades básicas de 17 personas. (Huertas Rodriguez & Molina Torres, 2016)

### **A nivel nacional**

Los autores González & Torres (2009) realizaron estudios de atrapanieblas en las Lomas costeras de Mejía y Las Cuchillas, a 850 msnm y con una orientación de 110° y en las lomas de Atiquipa, en el lugar denominado Cerro Lloque, que es un relleno largo de aproximadamente 400 metros, a 960 msnm, con una orientación de 140°; cuyos resultados fueron para las lomas de Mejía un rendimiento promedio de 6.7 l/m<sup>2</sup>/día, de

agua captada desde 1995 al 2003. Se instalaron 20 atrapanieblas y se construyó dos estanques, uno de 35 m<sup>3</sup> y otro de 350 m<sup>3</sup>. En las lomas de Atiquipa se tiene un rendimiento promedio de 21.5 l/ m<sup>2</sup>/día, para una evaluación realizada en 1996-97 y 2002-2006. En este lugar se construyeron dos sistemas de atrapanieblas, uno en cerro Lloque con 20 atrapanieblas y otro en el lugar denominado Majada del Chinche con 8 atrapanieblas. Debido a la gran captura de agua de neblina, por lo accidentado del terreno y los propósitos del proyecto, se construyeron 4 estanques de 30, 300, 550 y 1050 m<sup>3</sup> de capacidad.

En el proyecto *Acceso al agua por sistemas de atrapanieblas* de la Asociación “Peruanos sin Agua” con aguas no convencionales, lluvias y neblina, realizado por Cruz Gutiérrez (2016), estimó que, en el distrito de Villa María del Triunfo en el asentamiento humano Villa Lourdes Ecológico II, un sistema de atrapanieblas de 24 m<sup>2</sup> logra captar de 200 hasta 350 litros de agua al día, lo que permite abastecer de agua a tres familias. El agua es utilizada por las familias para distintos usos: lavar utensilios/ropa, bañarse, agricultura orgánica, reforestar.

Madariaga (2017), realizó un estudio del potencial de neblina durante el evento El Niño a través de tres neblinómetros a una altitud de 500 m.s.n.m. en las lomas de Ancón mostrando un volumen anómalo de agua de niebla para una temporada seca en verano, lo demuestra con el promedio de 0.94 L/ m<sup>2</sup> / día obtenido del volumen de agua capturado por los neblinómetros.

Los autores Galarza, Kámiche, Diderot, Arias & Oviedo (2014) consideraron que la tecnología de paneles captadores de nieblas, conocidos también como “atrapanieblas”, usada en la región Piura para el área rural, es una tecnología que permite aprovechar el agua contenida en la niebla o neblina, sobre todo orientada a lugares donde la disponibilidad de agua por otras fuentes es limitada y donde se reúnan las condiciones climáticas y geográficas que garanticen la provisión de agua a través de niebla o neblina. Es una tecnología de requerimientos técnicos sencillos y flexibles, que permite mantener los costos bajos. Por ello, representa una posible solución a la escasez de agua en poblaciones pobres y marginales.

Cuellar (2018) en su proyecto de investigación realizado en Villa María del Triunfo indicó que la captación del agua de niebla es de ocho meses a un año, desde mayo hasta diciembre. Un atrapanieblas de malla raschel de 12 m<sup>2</sup> capta 4,308 lt/año. Para las parcelas experimentales de media hectárea se necesitarían 19 atrapanieblas para regar 2,500 plántones de sábila. El 91% de la población del lugar utiliza el agua captada al riego de sus cultivos y ellos manifestaron conocer las técnicas del manejo de los atrapanieblas.

### **A nivel local**

Briones & Mejía (2017), realizaron la construcción de cuatro captadores de neblina de 3 x 4 m<sup>2</sup> en el caserío Casadencito, distrito de Chetilla – Cajamarca, logrando determinar una 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.

El ZEEOT – Cajamarca en su mapa climatológico publicado en el año 2010, menciona que la distribución anual de la precipitación se tiene igualmente una distribución bimodal con máximas precipitaciones entre los meses de febrero, abril y setiembre-noviembre, y mínimas precipitaciones entre junio-agosto. Al igual que en las provincias de Jaén y San Ignacio, las mínimas precipitaciones no llegan a cero. El volumen total de pluviosidad entre ambas provincias resulta ser mayor en Chota que en Cutervo, pero esto puede deberse a la situación local de la estación meteorológica, porque en sí, Cutervo es una provincia mucho más húmeda que Chota.

## **2.2 Bases teóricas**

Un sistema de captación de agua de niebla está compuesto por atrapanieblas, un sistema de conducción del agua a los tanques de almacenamiento y un sistema de conducción desde estos tanques hasta el o los lugares de consumo. El almacenamiento de agua es necesario, porque la niebla es intermitente y los períodos de niebla normalmente no coinciden con las necesidades de consumo. El almacenamiento puede ser de corto plazo, para suplir las diferencias entre captación de agua y consumo en ciclos de una semana o un mes, o de largo plazo, considerando el ciclo anual. El atrapanieblas, a su vez, consiste en una malla que atrapa las gotitas de agua de niebla, una estructura que la soporta y una canaleta en la parte inferior de la malla, hacia la cual el agua escurre por gravedad hacia el tanque de almacenamiento. (Cereceda et. al., 2014)

### **Malla Atrapanieblas**

#### **Atrapanieblas**

Galarza (2014), considera que es una tecnología que permite aprovechar el agua contenida en la niebla o neblina, sobre todo orientada a lugares donde la disponibilidad de agua por otras fuentes es limitada y donde se reúnan las condiciones climáticas y geográficas que garanticen la provisión de agua a través de niebla o neblina. Es una tecnología de requerimientos técnicos sencillos y flexibles, que permite mantener los costos bajos. Por ello, representa una posible solución a la escasez de agua en poblaciones pobres y marginales.

#### **Funcionamiento**

Cereceda (2014), indica que los atrapanieblas son estructuras que cuando hay condiciones de lluvia horizontal, atrapan diminutas gotas de agua, las cuales no tienen el tamaño suficiente para precipitarse (de 1-40  $\mu\text{m}$ ). Realmente son instalaciones de obstáculos, generalmente una malla, una superficie que soporta el viento y permite la condensación de las gotas. Éstas por gravedad descienden sobre la superficie de la malla hasta un canal que las direcciona al sitio de almacenamiento. Tan simple como esto.

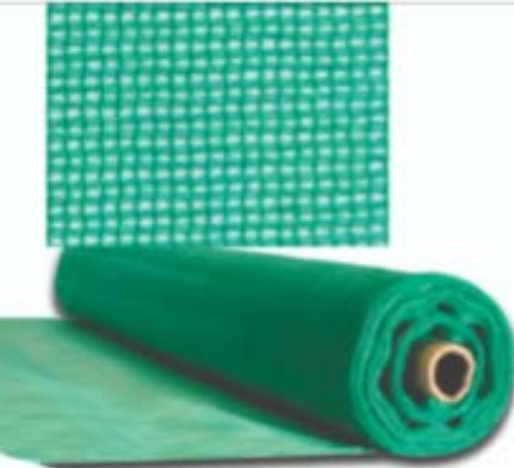
El rendimiento del sistema depende de muchas variables, principalmente están las ambientales y el diseño del atrapanieblas. La humedad del aire, el punto de rocío, la velocidad y dirección del viento, entre otros, son factores para un óptimo funcionamiento

de los atrapanieblas. En promedio pueden captar de 3 a 5 L/día/m<sup>2</sup>, aunque se reportan rendimientos de hasta 30 L/día/m<sup>2</sup>, dependiendo del lugar, la estructura y las condiciones ambientales.

### Malla para atrapanieblas

Las mallas para atrapanieblas pueden estar hechas de cualquier material que resista la intemperie, especialmente la radiación solar, y la fuerza del viento. El material de la malla tiene gran importancia en el costo de la instalación, su duración y también en la eficiencia de colección de agua.


Figura N° 01. Ficha tecnica malla Raschel

<b>Ficha técnica – Malla raschel</b>	
	
Material	polietileno
Abertura	2.0 x 2.0 mm
Densidad	80%
Presentación de rollo	4.00 x 100.00 m
Resistencia a la ruptura	8.8 kg/cm <sup>2</sup>
Peso por m <sup>2</sup>	75-80 gr.
Costo/m <sup>2</sup> (s/)	s/ 2.75
Durabilidad	48 meses
Conductividad de calor	$\lambda = 0,45 - 0,52 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Fuente: Maruplast Internacional EIRLTDA (2019)

Precio: sodimac.pe


Figura N° 02. Ficha tecnica malla mosquitero

<b>Ficha técnica – Malla mosquitero</b>	
	
Material	Fibra de vidrio
Abertura	1.5 x 1.5 mm
Presentacion de rollo	1.00 x 30 m
Costo/m <sup>2</sup> (s/)	s/ 4.10
Durabilidad	4 años
Conductividad de calor	$\lambda = 0,03 - 0,07 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Fuente: Maruplast Internacional EIRLTDA (2019)

Precio: sodimac.pe

Figura N° 03. Ficha tecnica malla metálica

<b>Ficha técnica – Malla metálica</b>	
	
Material	Metal galvanizado
Abertura	1.0 x 2.2 mm
Presentación de rollo	0.90x30 m
Costo/m <sup>2</sup> (s/)	s/ 7.74
Conductividad de calor	$\lambda=12-45\text{W/m}\cdot\text{K}$

Fuente: Cisanet (2019)

Precio: sodimac.pe

### **Medición de eficiencia de captación**

La eficiencia es la tasa de acumulación de agua, por el colector en volumen, por área de atrapanieblas, por tiempo (generalmente en litros por metro cuadrado por día), depende de las condiciones ambientales, el diseño de los atrapanieblas y la orientación en relación al viento.

$$eficiencia_{atrapanieblas} = \frac{\text{Volumen de agua captada}}{\text{Área total de malla}} \quad [1]$$

### **Tipos de atrapanieblas**

Aunque los diseños pioneros de este sistema de atrapar agua eran muy sencillos, en la actualidad se han desarrollado diferentes tipos de estructuras con materiales más resistentes al clima. En Chile los clasifican como macrodiamantes, cilíndricos y bidimensionales. Los más comunes son estructuras verticales de baja altura con una malla que puede ser desde pequeñas a grandes dimensiones, seguido de otras como los captadores de pirámide invertida y torres fabricadas con junco y bambú del proyecto denominado Warka Water.

### **Dotación de agua en zona rural**

#### ***Población futura***

CEPES (2015), En su investigación indica. El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el método analítico y con mayor frecuencia el método de crecimiento aritmético. Esta metodología se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$$P_f = P_i + K_a(T_f - T_i) \quad [2]$$

Donde:

Pf = Población futura.

Pi = Población inicial

Ka= Tasa de crecimiento poblacional

Tf = Tiempo en años.



### ***Dotación de Agua***

Se refiere a la dotación de agua que debe considerarse según la forma seleccionada para la disposición sanitaria de excretas, las dotaciones a evaluar se clasifican en dos (02) grupos: (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2018)

1er Grupo: familias que se abastecen de agua, en la que la dotación se encuentra dentro de los 50 a los 70 l/hab/d ya que la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas no contempla el arrastre hidráulico.

2do Grupo: familias que se abastecen de agua, en la que la dotación es mayor de 80 l/hab.d, pero no sobrepasa los 100 l/hab.d ya que la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas contempla el arrastre hidráulico.

Tabla N°01. Dotación de agua según forma de disposición de excretas

<b>Región geográfica</b>	<b>Dotación – UBS sin arrastre hidráulico (l/hab.d)</b>	<b>Dotación – UBS con arrastre hidráulico (l/hab.d)</b>
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: Norma técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. 2018.

La dotación de agua para viviendas con fuente de agua de origen pluvial se asume una dotación de 30 l/hab.d. Esta dotación se destina en prioridad para el consumo de agua de bebida y preparación de alimentos, sin embargo, también se debe incluir un área de aseo personal y en todos los casos la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas debe ser del tipo seco.

Tabla N°02. Dotación de agua para viviendas con fuente de agua de origen pluvial

<b>Tecnología no convencional</b>	<b>Dotación (l/hab.d)</b>
Agua de lluvia	30

*Fuente: Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (2018).*

En los Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales (2014), se indica que, en el caso de emplearse otros sistemas no convencionales como bombas de mano, o accionadas por energía eólica, sistemas de abastecimiento de agua potable, cuya fuente es agua de lluvia, protección de manantiales o pozos con bomba manual se podrá considerar dotaciones menores de 20 lt/hab.día.

#### *Consumo de agua de los usos complementarios*

- Escenarios deportivos: La dotación de agua para escenarios deportivos es de un litro por espectador por día. (RNE. 2018)
- Casa comunal: La dotación de agua que tomaremos es de 6 litros por m<sup>2</sup> de área útil para nuestro caso tomaremos un 80% de área útil. (RNE. 2018)
- Cementerio: La dotación de agua para el cementerio se toma 1litros por m<sup>2</sup> por día por área verde, para este caso se toma el 60% del área total como áreas verdes. (RNE. 2018)
- Iglesia: La dotación de agua para la Iglesia es de 1litros por m<sup>2</sup> por día de área útil. Para nuestro caso tomaremos un 80% del área total. (RNE: 2018)

Otros usos están conformados por pérdidas directas y desperdicios en un 5 a 10% del total.

MINSA (2004), Para sistemas convencionales, mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse como valores guía, los valores que se indican en este punto, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos, costumbres y niveles de servicio a alcanzar.

#### **Humedad Atmosférica**

Calle Montes & Unsihuay Tovar (2004), denominan humedad atmosférica a la cantidad de agua presente en el aire atmosférico que pueden estar en estado de vapor, líquido y gaseoso.

## Vapor de Agua

Es la cantidad de agua en estado de vapor presente en la atmósfera. Constituye uno de los componentes o variables meteorológicas más importantes de la atmósfera y su concentración varía desde cero hasta 4 % (4 g de agua por 100 g de aire). Esta amplia variabilidad se debe a la facilidad que tiene para pasar a los tres estados físicos (líquido, sólido y gaseoso), a temperaturas reinantes de la tierra.

El vapor de agua proviene de la continua evaporación de los mares, lagos, ríos, suelo húmedo y evapotranspiración de campos con vegetación.

Formas de expresar el contenido del vapor de agua en el aire:

Presión o tensión del vapor ( $e_a$ ) o presión parcial o actual del vapor de agua

Densidad del vapor ( $\rho_v$ ), llamado también humedad absoluta

Humedad específica ( $q$ )

Relación de mezcla ( $r$ )

Formas de expresar el grado de saturación del aire:

Déficit de saturación ( $\Delta e$ )

Humedad relativa (HR)

### Presión de vapor ( $e_a$ )

Es la presión que ejerce el vapor de agua existente en la atmósfera y que contribuye a la presión atmosférica total ( $P$ )

$$P = P_d + e_a \quad [3]$$

### Medida de la presión de Vapor ( $e_a$ )

Su medida se realiza en forma indirecta mediante la Psicrometría; el cual es la medida indirecta de su humedad atmosférica mediante la utilización de psicrómetro. Este instrumento posee dos termómetros llamados seco y húmedo, respectivamente. Los datos del termómetro seco (temperatura del bulbo seco) y del termómetro húmedo (temperatura del bulbo húmedo). Permiten conocer la presión de vapor a través de la siguiente ecuación llamada ecuación psicrométrica:

$$e_a = e_{sh} - \frac{C_p \cdot P}{L \cdot \epsilon} (T_s - T_h) \quad [4]$$

Donde:

$\varepsilon = \frac{M_v}{M_a} = 0.622$ ; es una constante que relaciona el peso molecular del vapor de agua y el peso molecular del aire seco.

$e_a$  = Presión del vapor de agua o presión parcial del vapor de agua (hPa)

$e_{sh}$  = Presión de saturación a la temperatura del bulbo húmedo (hPa)

$L$  = Calor latente de vaporización (cal/g) =  $597.3 - 0.56T_s$

$C_p$  = Calor específico del aire seco a presión constante (0,241 cal/g.°C)

$P$  = Presión atmosférica (hPa)

$T_s$  = Temperatura del bulbo seco (°C)

$T_h$  = Temperatura del bulbo húmedo (°C)

$\gamma = \frac{C_p \cdot P}{L \cdot \varepsilon}$  = Constante psicrométrica (hPa/°C)

La constante psicrométrica varía de acuerdo a los diferentes pisos altitudinales, dado que varía a la presión atmosférica.

Tabla N°03. Variación altitudinal de la variable psicrométrica

Altitud (m)	Presión (mmHg)	Presión (hPa)	$\gamma$ (mmHg/°C)
200	743	991	0.53
300	734	979	0.52
400	725	967	0.51
500	716	955	0.51
1000	673	897	0.48
1500	632	843	0.45
2000	594	792	0.42
2500	558	744	0.39
3000	525	700	0.37
4000	462	616	0.33
5000	408	544	0.29

Fuente: Word Meteorological Organization 2010

### Presión de Saturación ( $e_s$ o $e_{sh}$ )

Es la presión que ejercería la máxima cantidad de vapor de agua que puede contener determinada muestra de aire. Esta tensión máxima depende solo de la temperatura del aire; aumenta cuando la temperatura del aire se incrementa y disminuye cuando la temperatura del aire desciende.

Tabla N°04. Variación de la presión de vapor con la temperatura

T (°C)	0	5	10	15	20	25	30
$e_s$ (hPa)	6.11	8.72	12.27	17.04	23.37	31.65	31.84

También dichos valores se pueden determinar mediante las ecuaciones de TETENS:

$$e_s = 6.11 \times 10^{\left(\frac{a \cdot T_s}{b + T_s}\right)} \quad [5]$$

$$e_{sh} = 6.11 \times 10^{\left(\frac{a \cdot T_h}{b + T_h}\right)} \quad [6]$$

$$e_d = 6.11 \times 10^{\left(\frac{a \cdot T_d}{b + T_d}\right)} \quad [7]$$

Donde:

$a = 7.5$        $b = 237.5$ ; si la evaporación es sobre superficie de agua.

$a = 9.5$        $b = 265.5$ ; si la evaporación es sobre superficie de hielo.

Siendo  $T_s$ ,  $T_h$  y  $T_d$ , temperatura (°C) del bulbo seco, húmedo y de rocío respectivamente.

Cuando el aire contiene la máxima cantidad de vapor y la presión parcial ejercida por el vapor es la saturación se dice que el aire está saturado. En caso que contenga más vapor que el de su capacidad se dice que está sobre saturado. Pero generalmente un aumento de vapor por encima de su capacidad conlleva a la condensación (dando origen a las nubes o nieblas).

### Humedad absoluta ( $\rho_v$ )

Se define como la densidad de vapor de agua o como la cantidad de masa de vapor de agua existente por unidad de volumen del aire atmosférico en un instante determinado.

$$\rho_v = 216.5 \frac{e_a}{T} \quad (\text{gr/m}^3) \quad [8]$$

Donde:

$e_a$  = presión de vapor actual (hPa)

$T$  = Temperatura del aire o bulbo seco (k)

### Humedad específica (q)

Representa la cantidad de masa de vapor de agua  $m_v$  existente en la unidad de masa (generalmente 1 kg) de aire atmosférico o aire húmedo (m). Una expresión de “q” se obtiene a partir de la relación de masas y de la ecuación de estado para un gas ideal.

$$q = 622 \left( \frac{e_a}{p - 0.3786 \cdot e_a} \right) \quad (\text{g/kg}) \quad [9]$$

### Relación de masa (r)

Se llama así a la cantidad de masa de vapor ( $m_v$ ) de agua existente por unidad de masa (generalmente 1 kg) de aire seco ( $m_d$ ).

$$r = 622 \frac{e_a}{p - e_a} \quad (\text{g/kg}) \quad [10]$$

En algunos casos prácticos  $r \approx q \approx 622 \frac{e_a}{p} \quad (\text{g/kg})$

Donde:

$e_a$  = presión de vapor actual (hPa)

P = presión atmosférica (hPa)

### Déficit de saturación ( $\Delta e$ )

Es la cantidad de vapor de agua que falta para que el aire se sature; su valor está dado por la expresión:

$$\Delta e = e_s - e_a \quad [11]$$

El  $\Delta e$ , tiene una variación espacial y temporal muy grande. Los procesos de evaporación y evapotranspiración están directamente relacionados con el déficit de saturación del ambiente. En zonas con alto déficit existe abundante evaporación y evapotranspiración, lo contrario ocurre en zonas con déficit de saturación pequeño. Esto indica la importancia del estudio y cuantificación del  $\Delta e$ ; sin embargo no existe ningún instrumento para su medida, por lo que se recurre a otro parámetro que tiene como comportamiento opuesto al  $\Delta e$ , esto es la humedad relativa.

### **Humedad relativa (HR)**

Es solo un indicador del grado de saturación instantáneo del aire atmosférico, y constituye la expresión porcentual instantánea del vapor de agua existente en el aire

$$e_s \rightarrow 100\%$$

$$e_a \rightarrow HR$$

$$HR = \frac{e_a}{e_s} \times 100 \quad [12]$$

Este parámetro al igual que el  $\Delta e$ , es ampliamente utilizado con fines de conocimiento de la pérdida de agua desde fuentes líquidas o superficies húmedas. En una atmósfera saturada (HR=100%), no existe transferencia de vapor por evaporación o evapotranspiración. El proceso de transferencia es mayor cuando menor es el grado de saturación del aire atmosférico (menor HR).

### **Proceso de saturación y temperatura del punto de rocío ( $T_d$ )**

El proceso de enfriamiento del ambiente por irradiación puede considerarse como proceso isobárico (proceso a presión constante). Si en este proceso se consigue saturar el aire la temperatura a la cual ocurre ésta se denomina temperatura de rocío ( $T_d$ ).

En la atmósfera generalmente se da un proceso mixto compuesto que consiste en enfriamiento del ambiente y adición del valor de agua, si en este proceso se consigue llegar a la saturación ambiental, la temperatura a la cual ocurre esta saturación será la misma que marca la temperatura del bulbo húmedo del psicrómetro ( $T_h$ ).

$$T_d = T + 35 \log (e_a/e_s)$$

o

$$T_d = T + 35 \log (HR/100) \quad [13]$$

Donde:

$T_d$  = . Punto de rocío expresado en °C.

$T$  = . Temperatura del aire también en °C.

$e_a$  = Presión parcial del vapor de agua.

$e_s$  = Presión saturante del vapor de agua.

## Viento

El viento no es otra cosa que el aire en movimiento. Es un factor importante del ciclo hidrológico porque influye en el transporte del calor y de la humedad y en el proceso de la evaporación. (Chereque Morán, 2003)

El viento es muy susceptible a la influencia del relieve y de la vegetación. Del viento interesa su velocidad (se mide con los anemómetros.) y su dirección (se mide con las veletas). La "dirección del viento" es la dirección de donde sopla. La velocidad se expresa en m/s, Km/h o en nudos (1 nudo = 0.514 m/s = 1.85 Km/h).

A fin de tener una idea del orden de magnitud de la velocidad de los vientos, se reproduce la escala de Beaufort que consta de 13 grados. (Chereque Morán, 2003)

Tabla N°05. Magnitud de la velocidad de los vientos. Escala de Beaufort

N°	DEFINICIÓN	NUDOS	m/seg	km/h	ESPECIFICACIONES (En tierra)
0	CALMA	< 1	0 - 0.2	< 1	El humo sube verticalmente
1	VENTOLINA	1 - 3	0.3 - 1.5	1 - 5	La dirección del viento se define por la del humo, pero no por las veletas y las banderas
2	FLOJITO	4 - 6	1.6 - 3.3	6 - 11	El viento se siente en la cara. Se mueven las hojas de los árboles, veletas y banderas.
3	FLOJO (Brisa débil)	7- 10	3.4 - 5.4	12 - 19	Las hojas de los árboles se agitan constantemente. Se despliegan las banderas.
4	BONACIBLE (Brisa moderada)	11 - 16	5.5 - 7.9	20 - 28	El viento levanta los árboles pequeños. En los estanques se forman pequeñas olas.
5	FRESQUITO (brisa fuerte)	17 - 21	8.0 - 10.7	29 - 38	Se mueven los árboles pequeños. En los estanques se forman olas pequeñas.
6	FRESCO (brisa fuerte)	22 - 27	10.8 - 13.8	39 - 49	Se mueven las ramas grandes de los árboles. Silban los hilos del telégrafo. Se utilizan con dificultad los paraguas.
7	FRESCACHÓN (viento fuerte)	28 - 33	13.9 - 17.1	50 - 61	Todos los árboles se mueven. Es difícil andar contra el viento.



<b>8</b>	TEMPORAL (duro)	34 - 40	17.2 - 20.7	62 - 74	Se rompen las ramas delgadas de los árboles. Generalmente no se puede andar contra el viento.
<b>9</b>	TEMPORAL FUERTE (muy duro)	41 - 47	20.8 - 24.4	75 - 88	Ocurren desperfectos en las partes salientes de los edificios, cayendo chimeneas y levantando tejados.
<b>10</b>	TEMPORAL DURO (temporal)	48 - 55	24.5 - 28.4	89 - 102	Se observa rara vez. Arranca árboles y ocasiona daños de consideración en los edificios.
<b>11</b>	TEMPORAL MUY DURO (borrasca)	56 - 63	28.5 - 32.6	103 - 117	Observada muy rara vez. Ocasiona destrozos en todas partes.
<b>12</b>	TEMPORAL HURACANADO (huracán)	64 - 71	32.7 - 36.9	118 - 133	-

Fuente: FogQuest (2019)

Capa de fricción. La velocidad del viento se reduce y su dirección es desviada en las capas inferiores de la atmósfera debido a la fricción producida por árboles, edificios y otros obstáculos, y tales efectos se vuelven insignificantes para alturas superiores a unos 600 m. Esta capa inferior se conoce como capa de fricción.

Los vientos superficiales tienen una velocidad promedio cercana al 40 % de la velocidad del aire que sopla en la capa inmediatamente superior a la capa de fricción. La velocidad en el mar es cercana al 70 %.

## 2.2 Definición de términos básicos

**Atrapanieblas.** Es una tecnología que permite aprovechar el agua contenida en la niebla o neblina, sobre todo orientada a lugares donde la disponibilidad de agua por otras fuentes es limitada y donde se reúnan las condiciones climáticas y geográficas que garanticen la provisión de agua a través de niebla o neblina. Es una tecnología de requerimientos técnicos sencillos y flexibles, que permite mantener los costos bajos. Por ello, representa una posible solución a la escasez de agua en poblaciones pobres y marginales. (Galarza, 2014)

**Punto de Rocío.** Es el valor al que debe descender la temperatura del aire para que el vapor de agua existente comience a condensarse. (Barinas Perdomo & Camargo González, 2018)

**Humedad atmosférica.** Expresa el contenido de vapor de agua de la atmósfera, vapor de agua que proviene de la evaporación que tiene lugar en los espejos de agua, en los suelos húmedos o a través de las plantas. (Chereque Morán, 2003)

**Cosecha (aprovechamiento) del agua.** Práctica de recolectar y almacenar agua de una variedad de fuentes para uso benéfico. (Bocek)

**Atmósfera.** Capa de aire que rodea la tierra y donde se realiza parte del ciclo hidrológico. (Chereque Morán, 2003)

**Ciclo hidrológico.** Proceso natural en el cual el agua pasa de la atmósfera a la tierra y luego regresa a la atmósfera. (Bocek)

**Temperatura.** Es el grado relativo de calor o frío que tiene un cuerpo, causando diferentes efectos como respuesta a la variabilidad térmica presentada. (Ordoñez Gálvez, 2011)

**Radiación solar.** Es la energía emitida por el sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. (Barinas Perdomo & Camargo González, 2018)

**Condensación.** El cambio en el estado de la materia de vapor a líquido que se produce con el enfriamiento. (Ordoñez Gálvez, 2011)

**Humedad atmosférica.** Es el contenido de vapor de agua de la atmósfera. (Chereque Morán, 2003)

**Presión atmosférica.** Es la suma de la presión del aire seco y la presión del vapor de agua. (Barinas Perdomo & Camargo González, 2018)

**Humedad absoluta.** Es el número de gramos de vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire a una temperatura y presión determinadas. (Barinas Perdomo & Camargo González, 2018)

**Humedad relativa.** Es la razón de la presión de vapor de agua presente en ese momento, con respecto a la presión de saturación de vapor de agua a la misma temperatura. (Barinas Perdomo & Camargo González, 2018)

**Humedad específica.** Es la relación entre la masa de vapor de agua y la masa de aire húmedo. (Barinas Perdomo & Camargo González, 2018)

**Viento.** Es el aire en movimiento, influye en el transporte del calor, la humedad y en el proceso de evaporación. (Chereque Morán, 2003)

**Clima.** Es el conjunto fluctuante de condiciones atmosféricas caracterizado por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un período suficientemente largo en un dominio espacial determinado. (Chereque Morán, 2003)

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Ubicación geográfica del proyecto de investigación

El Centro Poblado de La Palma se encuentra ubicado en el Distrito de Conchan, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

Localidad	:	C.P. La Palma
Distrito	:	Conchan
Provincia	:	Chota
Departamento	:	Cajamarca
Ubigeo	:	0604080033

#### Ubicación del proyecto en coordenadas UTM:

Norte	:	9281714.00 m S
Este	:	762884.00 m E
Cota	:	2842 m.s.n.m.

El proyecto se encuentra ubicado en la zona rural del distrito de Conchan a 14.20 km aproximadamente en dirección norte del centro de la ciudad de Chota.

*Figura N°04*

Ubicación del dpto. de Cajamarca



*Figura N°05*

Ubicación de la provincia de Chota



Figura N°06. Ubicación del distrito de Conchan en la provincia de Chota



Fuente: Oficina de ordenamiento territorial Chota

Figura N°07. Ubicación de atrapanieblas en el C.P. La Palma



Fuente: Google Earth Pro – 2018

### **3.2. Tiempo en que se realizó la investigación**

La revisión de literatura referente al proyecto inició desde el 25 de octubre hasta el 25 de noviembre del 2018.

La redacción del proyecto al 30% al igual que la revisión de literatura inicia el mismo día, pero termina a fines del mes de diciembre del 2018.

En la presente investigación, la toma de datos se inició desde el 01 de noviembre del 2018 hasta el 31 de enero del 2019.

La redacción al 70% se realizó desde el 22 de diciembre del 2018, hasta 28 de marzo del 2019.

El análisis, discusión y conclusiones del proyecto de investigación se formuló hasta fines de abril del 2019; mientras que la redacción final se ha realizado hasta inicios del mes de junio del mismo año.

### **3.3. Procedimiento**

#### **Paso 1: Revisión de datos de la zona de estudio**

Para determinar la dotación de agua necesaria para el C.P. La Palma fue necesario revisar datos censales de la zona, tasa de crecimiento y la dotación de agua para zona rural según reglamento, según la siguiente secuencia:

- i. Datos censales de la población del C.P. La Palma
- ii. Determinación de la tasa de crecimiento parcial
- iii. Estimación de la población actual
- iv. Cálculo del consumo de agua por usos complementarios
- v. Determinación de consumo por otros usos (pérdidas directas y desperdicios).
- vi. Determinación de la dotación per cápita.

Ingresar los datos obtenidos en una hoja de cálculo y determinar la dotación de agua necesaria para el Centro Poblado La Palma; con dichos datos se logró obtener la cantidad de malla atrapanieblas necesaria para abastecer al lugar de estudio.

Además, fue necesario determinar la dotación per cápita in situ por observación y consultas realizadas al poblador para así poder estimar la cantidad de malla atrapanieblas que pueda solventar las necesidades básicas de uso de agua del poblador.

## **Paso 2: Identificación de la zona de estudio**

El C.P. La Palma, es conocido por sus nieblas y neblinas constantes en gran parte del año; para ello fue necesario identificar zonas con presencia de vientos constantes y más predominantes en presencia de nieblas y neblinas. Para el presente estudio la dirección del viento oscilaba entre vientos noroeste y noreste o viceversa; tomando al norte como la ubicación promedio para colocar las mallas en contra del viento.

Además, fue necesario obtener los permisos por parte de los propietarios para el acceso a sus terrenos y el uso de los mismos evitando así problemas sociales.

Es recomendable seguir la siguiente secuencia:

- i. Observar zonas con presencia de nieblas y neblinas en zonas despejadas.
- ii. Medir la velocidad del viento (mediante anemómetro portátil).
- iii. Identificar la dirección del viento (mediante brújula y material sensible al viento).
- iv. Medir la humedad relativa (mediante higrómetro portátil).
- v. Instalar los atrapanieblas en la zona con mayor velocidad del viento y humedad relativa; ya que el viento transporta las masas de aire húmedo y ocasiona que haya precipitación de las nieblas y neblinas en contacto con objetos (atrapanieblas).

## **Paso 3: Ubicación de la estación meteorológica**

Una vez identificada la zona de estudio, fue necesario contar con un área despejada para la instalación de la estación meteorológica semiautomática para la toma de datos; dicha zona debía estar cerca al área donde se instaló los atrapanieblas.

La estación meteorológica debe estar alejada de cualquier ente que pueda alterar los datos registrados y en un área despejada para que no haya fluctuación de datos.

En cuanto a las veletas de viento y anemómetros debían ser ubicadas entre 1.50 m y 5.50 m (alturas en las que oscila el funcionamiento del atrapanieblas) para identificar la dirección del viento y velocidad del viento a la cual estarán expuestas los atrapanieblas.

#### **Paso 4: Diseño e instalación de los atrapanieblas**

Se generó un plano de detalles constructivos del atrapanieblas a usar. Para el presente proyecto se realizó mediante el software AutoCAD Architecture 2018.

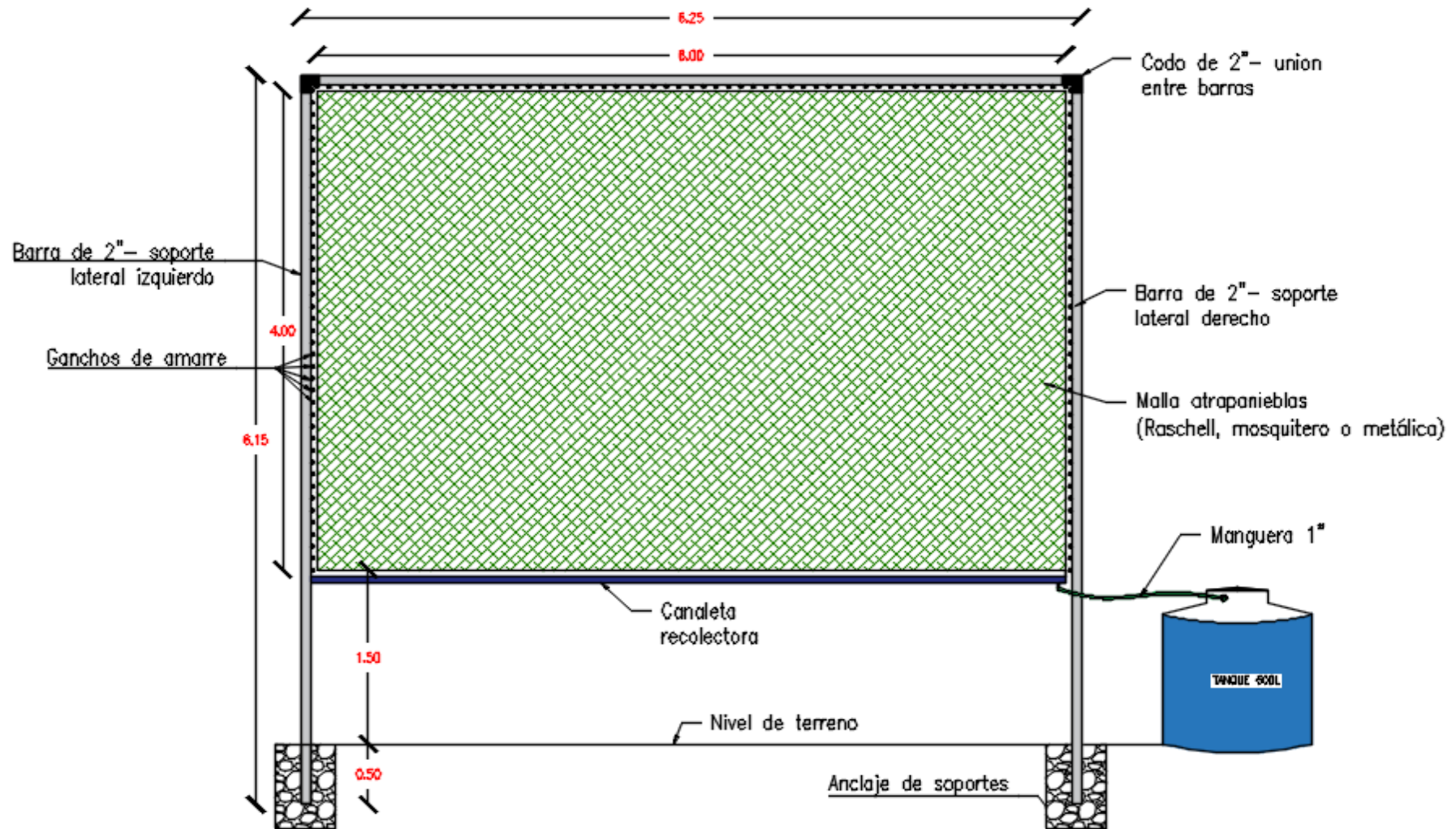
El tipo y material de las mallas a usar que se proyectó fue según las mallas más representativas del mercado local de la ciudad de Chota, con mayor similitud en características de forma. Se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°06. Tabla comparativa de mallas seleccionadas en el mercado local de Chota

<b>Malla</b>	<b>Material</b>	<b>Abertura</b>
raschel	polietileno	2.0 x 2.0 mm
mosquitero	fibra de vidrio	1.5 x 1.5 mm
metálica	metal galvanizado	1.0 x 2.2 mm



Figura N°08. Detalle constructivo estandar de atrapanieblas bidimensional



Para el caso de la malla raschel se tuvo que cortar acorde a la medida deseada ya que viene en presentaciones de 4 metros de ancho y longitud libre. Al borde de la malla se tuvo que bordear con tela lona o similar para evitar desgarre de la malla.

Para el caso de la malla mosquitero y metálica se tuvo que unir las mallas a manera longitudinal, ya que vienen en presentaciones de 0.90 metros de ancho y longitud libre. Al borde de la malla se tuvo que bordear con tela lona o similar para evitar desgarre de la malla.

Las mallas raschel, mosquitero y metálica se fijaron en los marcos metálicos mediante alambre galvanizado n°18 en todo el contorno (incluyendo la canaleta de recolección).

Se excavó en el terreno dos agujeros con profundidad de 50 cm a una distancia de 6.15 m. para estacionar los atrapanieblas en contra de la dirección del viento predominante (viento norte).

Se fijó los atrapanieblas desde los codos de unión mediante cuerdas a estacas ancladas al terreno para que no haya caída del sistema debido al viento.

La canaleta de recolección debía tener una pendiente mínima de 3% en dirección al borde de conexión de la manguera que va dirigida al tanque de recolección de agua captada.

## **Paso 5: De la toma de datos**

### *En el atrapanieblas*

Teniendo en cuenta el diámetro del tanque recolector (600 L), se tomó nota de las alturas de agua acumuladas día a día en un horario establecido (para el caso del proyecto fue a las 6:00 horas) durante tres meses. En caso que el tanque se esté por llenar se debía vaciar el agua del tanque e iniciar nuevamente con los registros de altura.

### *En la estación meteorológica*

Los datos que brindaba la estación meteorológica eran temperatura máxima y mínima, temperatura de bulbo seco y húmedo, velocidad y dirección del viento y humedad relativa. Dichos datos eran necesarios para estimar el volumen de agua contenida en la atmósfera y cuan eficiente son los atrapanieblas según el tipo de malla.

### **3.4. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados**

La estadística aplicada a la presente investigación fue del tipo descriptivo ya que se ha recolectado, analizado y representado los datos obtenidos de las variables intervinientes como son las condiciones atmosféricas del C.P. La Palma, para obtener las características de la eficiencia en volumen de agua aprovechable de cada tipo de malla atrapanieblas utilizada (raschel, mosquitero, metálica).

Se aplicó las siguientes herramientas estadísticas:

- a. Medidas de tendencia central: Media
- b. Medidas de dispersión: Varianza y desviación media

Dichas herramientas estadísticas fueron aplicadas al volumen de agua obtenido versus las condiciones atmosféricas del Centro Poblado La Palma - Chota.

La presentación de resultados fue a través de tablas e histogramas en el caso de la muestra de datos atmosféricos y procesamiento de los mismos (Ver ANEXOS).

### *Tratamiento y análisis de datos censales de la población del C.P. La Palma*

Tabla N°07. Población según censos del C.P. La Palma

<b>Censo (año)</b>	<b>Población (hab)</b>
1993	57
2007	105
2017	128

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

*Método Aritmético*

$$P_f = P_i + K_a(T_f - T_i)$$

**Ka1:**  $K_{a1} = (P_{2007} - P_{1993}) / (T_{2007} - T_{1993}) = 3.43$

**Ka2:**  $K_{a2} = (P_{2017} - P_{2007}) / (T_{2017} - T_{2007}) = 2.30$

Donde:

Pi= Población inicial

Pf= población futura

Ti= fecha inicial

Tf=fecha final

Ka=Tasa de crecimiento Parcial

Determinación de la tasa de crecimiento parcial

$$K_a = \frac{P_f - P_i}{T_f - T_i}$$

Tasa de crecimiento ponderado

$$k_{ap} = \frac{k_1 * \Delta T_1 + k_2 * \Delta T_2}{\Delta T_1 + * \Delta T_2}$$

Tabla N°08. Estimación de la tasa de crecimiento ponderado

	<b>Ka</b>	<b>ΔT</b>	<b>ka*ΔT</b>	<b>ka*ΔT (k&lt;0 =0)</b>	<b>ΔT &lt;-&gt; ∃ ka&gt;0</b>
<b>Ka1</b>	3.43	14	48.00	48.00	14
<b>Ka2</b>	2.30	10	23.00	23.00	10

$$k_{ap} = 2.96$$

Estimación la población actual

$$P_f = P_i + K_{ap}(T_f - T_i)$$

Tabla N°09. Cálculo de la población actual

<b>Datos</b>	<b>año</b>	<b>Población</b>
<b>Últim censo</b>	2017	128
<b>actual</b>	2019	134

Población actual= 134 hab.

### *Dotación de agua*

Tomando en cuenta una dotación de 30 L/h.d para viviendas con fuente de agua de origen pluvial, recomendada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (ver tabla N° ), se tiene un consumo poblacional de 4020.00 L/h.d.

### *Consumo Poblacional de La Palma*

$$Q_{poblacional} = \text{Dotación} \times \text{Población de diseño}$$

$$Q_{poblacional} = 30 \times 134$$

$$Q_{poblacional} = 4020.00 \text{ L/d}$$

### *Consumo de agua de los usos complementarios*

- Escenarios deportivos: La dotación de agua para escenarios deportivos es de un litro por espectador por día. (RNE. 2018)

Tabla N°10. Determinación de consumo de escenario deportivo

ESCENARIO DEPORTIVO	ESPECTADORES	DOTACIÓN Lt/espe/día	CONSUMO Lt/día
Cancha deportiva	20	1	20
TOTAL			20

- Casa comunal: La dotación de agua que tomaremos es de 6 litros por m<sup>2</sup> de área útil para nuestro caso tomaremos un 80% de área útil. (RNE. 2018)

Tabla N°11. Determinación de consumo de casa de rondas

	ÁREA (m <sup>2</sup> )	DOTACIÓN Lt/m <sup>2</sup> /día	CONSUMO Lt/día
<b>Casa de rondas</b>	96	6	576

- Cementerio: La dotación de agua para el cementerio se toma 1litros por m<sup>2</sup> por día por área verde, para este caso se toma el 60% del área total como áreas verdes. (RNE. 2018)

Tabla N°12. Determinación de consumo de cementerio

DOTACIÓN Lt/m <sup>2</sup> /día	ÁREA (m <sup>2</sup> )	CONSUMO Lt/día
1	90	90

- Iglesia: La dotación de agua para la Iglesia es de 1litros por m<sup>2</sup> por día de área útil. Para nuestro caso tomaremos un 80% del área total. (RNE: 2018)

Tabla N°13. Determinación de consumo de iglesia

DOTACIÓN Lt/m <sup>2</sup> /día	ÁREA (m <sup>2</sup> )	CONSUMO Lt/día
1	48	48

Por lo tanto:

Consumo de usos complementarios:

$$Q_c = 20 + 576 + 90 + 48$$

$$Q_c = 734 \text{ lt/d}$$

\* Otros usos están conformados por pérdidas directas y desperdicios en un 5 a 10% del total. Asumiendo un porcentaje promedio de 7%, se tiene:

Tabla N°14. Determinación de consumo por otros usos

DOTACIÓN	CONSUMO Lt/día
<b>DOMESTICO</b>	4020.00
<b>OTROS USOS</b>	734.00
	7% del total

Encontrando el valor del Total T

$$4020.00 + 734.00 + 0.07T = T$$

$$T = 4809.25$$

Entonces:

Tabla N°15. Determinación de la dotación por otros usos

DOTACIÓN	CONSUMO Lt/día	CONSUMO Lt/día
<b>DOMESTICO</b>	4020.00	4020.00
<b>OTROS USOS</b>	734.00	1125.70
	391.70	

Encontrando los porcentajes de incidencia del consumo doméstico y otros usos:

$$5145.70 \longrightarrow 100\%$$

$$4020.00 \longrightarrow X$$

$$5145.70 \longrightarrow 100\%$$

$$1125.70 \longrightarrow X$$

$$\text{Domestico} = 78.12\%$$

$$\text{Otros usos} = 21.88\%$$

*Cálculo del caudal total:*

$$Q_t = Q_{\text{poblacional}} + Q_c + Q_{\text{desperdicios}}(7\% \text{ del total})$$

$$Q_t = 4020.00 + 734.00 + 391.70$$

$$Q_t = 5145.70 \text{ L/d}$$

*Dotación Percápita (DPC)*

$$DPC = \frac{\text{Consumo total}}{\text{Población actual}}$$

$$DPC = \frac{5145.70 \text{ L/d}}{134 \text{ hab}}$$

$$DPC = 38.40 \text{ L/hab.d}$$

Se realizó una visita C.P. La Palma en su casa de rondas donde hubo una junta de la población; siendo oportunidad propicia para consultar a los pobladores de cuánta agua recolectan al día para cubrir sus necesidades básicas. Los promedios se ajustaron a 16 L/hab.d. lo que equivalía decir a cuatro baldes de 12 litros o tres galoneras de capacidad de cinco galones, para familias con una densidad poblacional de tres habitantes.

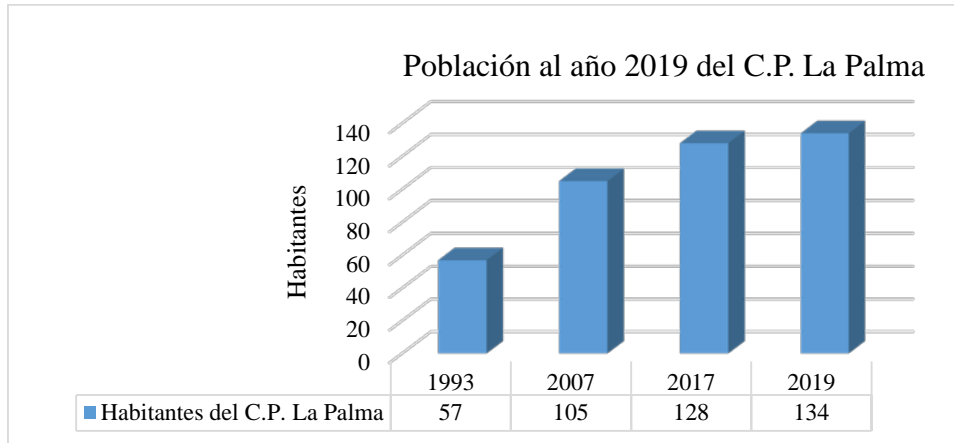
## CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis de resultados

#### Análisis de la dotación de agua para el C.P. La Palma

Teniendo en cuenta que los pobladores del C.P. La Palma hacen uso de agua acumulada proveniente de precipitaciones pluviales; al realizar el análisis de dotación de agua para el C.P. La Palma por el método aritmético se ha obtenido que para una población actual de 134 habitantes; se necesitaría una dotación per cápita de 38.40 L/hab.d.; pero, a través de observaciones in situ y consultas directas a los pobladores del lugar se tiene un promedio de 16.00 L/hab.d.

Figura N°09. Población del C.P. La Palma según datos censales y proyectados al 2019



Nota: Se trabajó con base de datos censales de INEI



## **Análisis de los datos obtenidos in situ**

Los volúmenes de agua obtenida por las mallas atrapanieblas en algunos días fueron afectados por la presencia de precipitaciones, por lo que se muestra figuras de volumen de agua acumulado por día en cada mes con sus respectivos registros de precipitaciones diarias.

Además, se muestra figuras donde se muestra la temperatura máxima y mínima en relación a la temperatura de punto de rocío para identificar si ha habido saturación en el ambiente del Centro Poblado La Palma.

### *Análisis de datos del mes de noviembre del 2018*

Teniendo en cuenta los días del mes de noviembre del 2018 que no han presentado precipitaciones y las precipitaciones menores o iguales a 1 mm, se tuvo un total de 12 días analizados en dicho mes (01, 04, 05, 06, 10, 17, 24, 25, 27, 28, 29, 30).

Tabla N°16. Medidas de tendencia central y dispersión del volumen de agua aprovechable en el mes de noviembre de 2018

	<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Varianza (<math>S^2</math>)</b>	<b>Desviación estándar (S)</b>
<b>Malla raschel</b>	42.45 L	44.07 L	6.64 L
<b>Malla mosquitero</b>	44.81 L	45.87 L	6.77 L
<b>Malla metálica</b>	45.44 L	49.98 L	7.07 L

Nota: Se observó que, entre los tres tipos de mallas, la malla metálica fue la que más captó volumen de agua proveniente de nieblas y neblinas, seguida por la malla mosquitera y finalmente la malla tipo raschel.

Al aplicar la fórmula de eficiencia de captación de malla (ecuación [1]) se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla N17°. Eficiencia de atrapanieblas en el mes de noviembre del 2018.

	<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Desviación estándar (S)</b>	<b>Volumen más desfavorable (L)</b>	<b>Área de malla (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Eficiencia de malla (L/m<sup>2</sup>/d)</b>
<b>Malla raschel</b>	42.45 L	6.64 L	35.81	24.00	1.49
<b>Malla mosquitero</b>	44.81 L	6.77 L	38.04	24.00	1.59
<b>Malla metálica</b>	45.44 L	7.07 L	38.37	24.00	1.60

Con los datos de eficiencia de malla se pudo determinar la cantidad de malla atrapanieblas necesaria para el mes de noviembre del 2018, teniendo en cuenta la dotación per cápita para el Centro Poblado La Palma.

Tabla N°18. Malla necesaria en metros cuadrados para el mes de noviembre del 2018

<b>Tipo de malla</b>	<b>Dotación (L/hab.d)</b>	<b>Eficiencia de malla (L/m<sup>2</sup>/d)</b>	<b>Malla para un habitante</b>	<b>Malla para una familia</b>	<b>Malla para la población</b>
<b>raschel</b>	<b>Teórica (calculada)</b> 38.40	1.49	25.74	77.21	3448.60
	<b>in situ (observada)</b> 16.00		10.72	32.17	1436.92
<b>mosquitero</b>	<b>Teórica (calculada)</b> 38.40	1.59	24.23	72.68	3246.44
	<b>in situ (observada)</b> 16.00		10.09	30.28	1352.68
<b>metálica</b>	<b>Teórica (calculada)</b> 38.40	1.60	24.02	72.06	3218.51
	<b>in situ (observada)</b> 16.00		10.01	30.02	1341.05

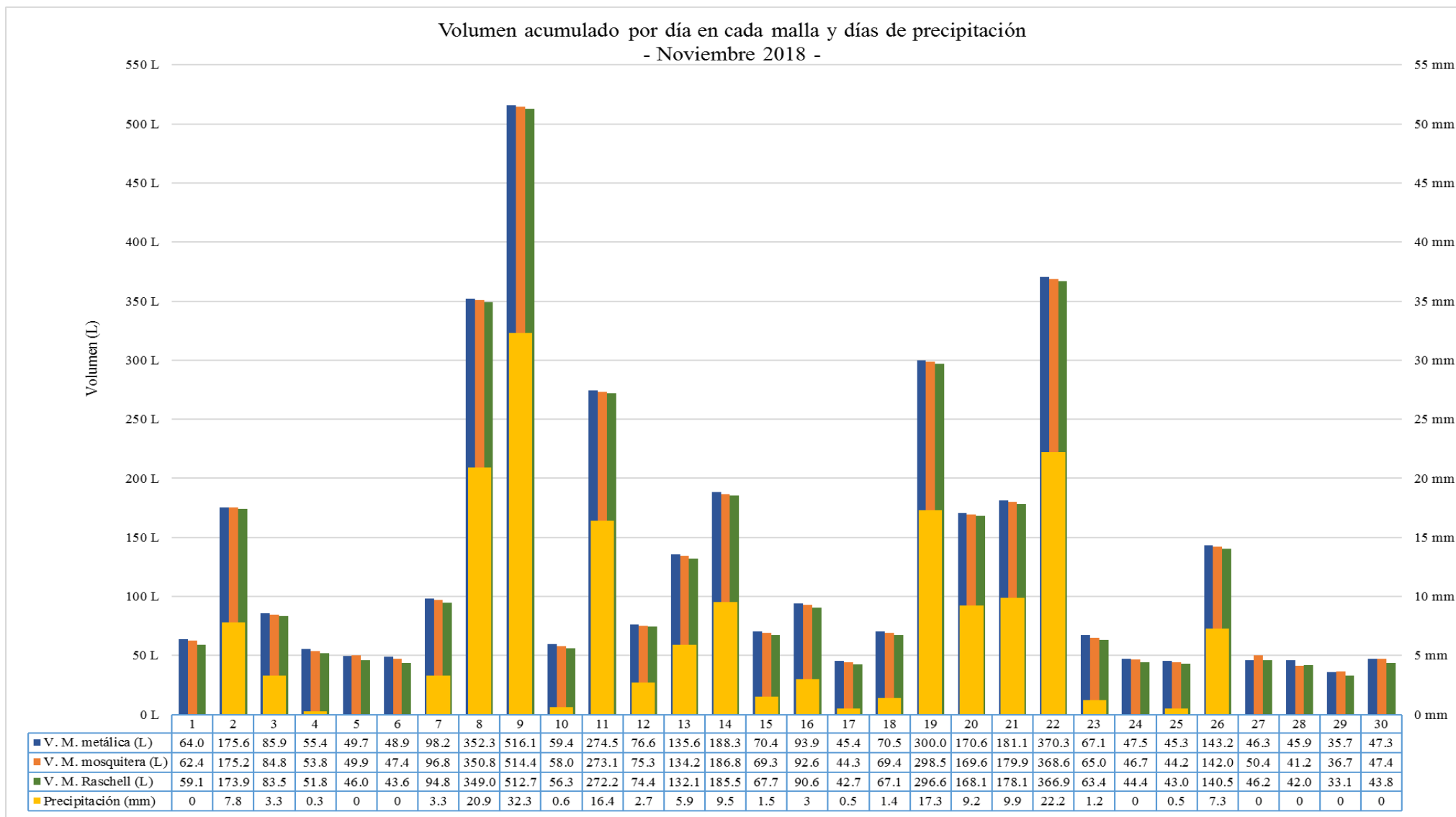


Figura N°10. Se muestra el volumen de agua en litros obtenido por día en el mes de noviembre del 2018 y los días que hubo precipitaciones.

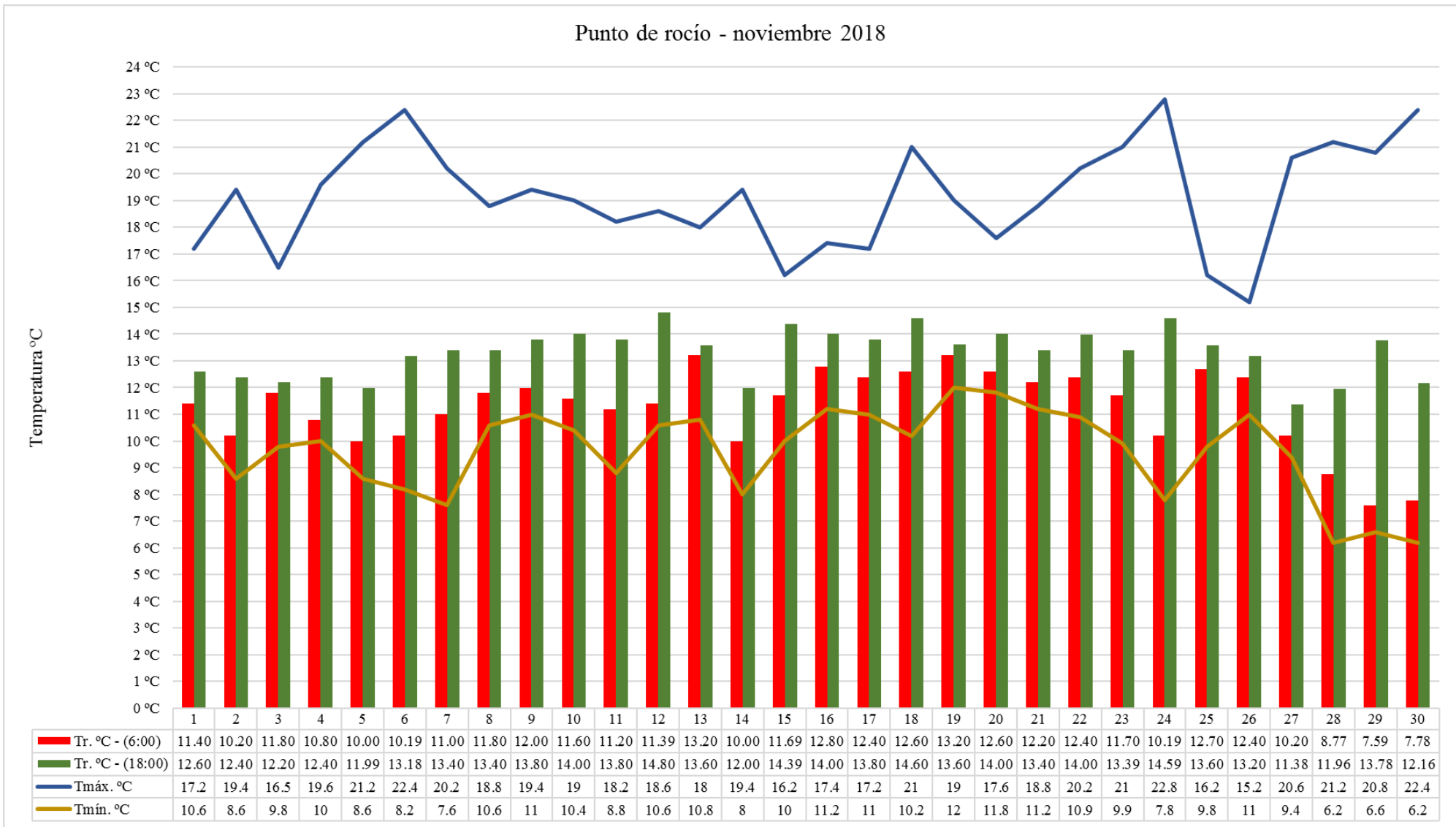


Figura N°11. Relación de las temperaturas máximas y mínimas con las temperaturas de punto de rocío en el mes de noviembre del 2018.

Se observa que la temperatura de punto de rocío se encuentra dentro de los rangos de temperatura mínima y máxima durante todos los días del mes de noviembre del 2018.

De la tabla N°28. se obtuvo una humedad absoluta promedio de 226.89 gr/m<sup>3</sup> que corresponde a los 12 días analizados del mes.

*Análisis de datos del mes de diciembre del 2018*

Del mismo modo, los días del mes de diciembre del 2018 que no han presentado precipitaciones y las precipitaciones menores o iguales a 1 mm, se obtuvo un total de 20 días analizados en dicho mes (01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 21, 24, 25, 27, 31).

Tabla N°19. Medidas de tendencia central y dispersión del volumen de agua aprovechable en el mes de diciembre de 2018

	<b>Media (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Varianza (<math>S^2</math>)</b>	<b>Desviación estándar (S)</b>
<b>Malla raschel</b>	60.52 L	200.85 L	14.17 L
<b>Malla mosquitero</b>	62.31 L	214.59 L	14.65 L
<b>Malla metálica</b>	64.37 L	223.65 L	14.95 L

Nota: Se observó que, entre los tres tipos de mallas, la malla metálica fue la que siguió captando mayor volumen de agua proveniente de nieblas y neblinas, seguida por la malla mosquitera y finalmente la malla tipo raschel.

Con respecto al mes de noviembre, la diferencia de medias para la malla raschel, mosquitero y metálica, han variado 18.07 L, 17.50 L y 18.93 L respectivamente

Al aplicar la fórmula de eficiencia de captación de malla (ecuación [1]) se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla N°20. Eficiencia de atrapanieblas en el mes de diciembre de 2018.

	<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Desviación estándar (S)</b>	<b>Volumen más desfavorable (L)</b>	<b>Área de malla (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Eficiencia de malla (L/m<sup>2</sup>/d)</b>
<b>Malla raschel</b>	60.52 L	14.17 L	46.35	24.00	1.93
<b>Malla mosquitero</b>	62.31 L	14.65 L	47.66	24.00	1.99
<b>Malla metálica</b>	64.37 L	14.95 L	49.42	24.00	2.06

Con los datos de eficiencia de malla también se pudo determinar la cantidad de malla atrapanieblas necesaria para el mes de diciembre del 2018, teniendo en cuenta la dotación per cápita para el Centro Poblado La Palma.

Tabla N°21. Malla necesaria en metros cuadrados para el mes de diciembre del 2018

<b>Tipo de malla</b>	<b>Dotación (L/hab.d)</b>		<b>Eficiencia de malla (L/m<sup>2</sup>/d)</b>	<b>Malla para un habitante</b>	<b>Malla para una familia</b>	<b>Malla para la población</b>
<b>raschel</b>	<b>Teórica (calculada)</b>	38.40	1.93	19.88	59.65	2664.39
	<b>in situ (observada)</b>	16.00		8.28	24.85	1110.16
<b>mosquitero</b>	<b>Teórica (calculada)</b>	38.40	1.99	19.34	58.01	2591.15
	<b>in situ (observada)</b>	16.00		8.06	24.17	1079.65
<b>metálica</b>	<b>Teórica (calculada)</b>	38.40	2.06	18.65	55.94	2498.87
	<b>in situ (observada)</b>	16.00		7.77	23.31	1041.20

De la tabla N°32. se obtuvo una humedad absoluta promedio de 236.09 gr/m<sup>3</sup> que corresponde a los 20 días analizados del mes.

Volumen acumulado por día en cada malla y días de precipitación  
- Diciembre 2018 -

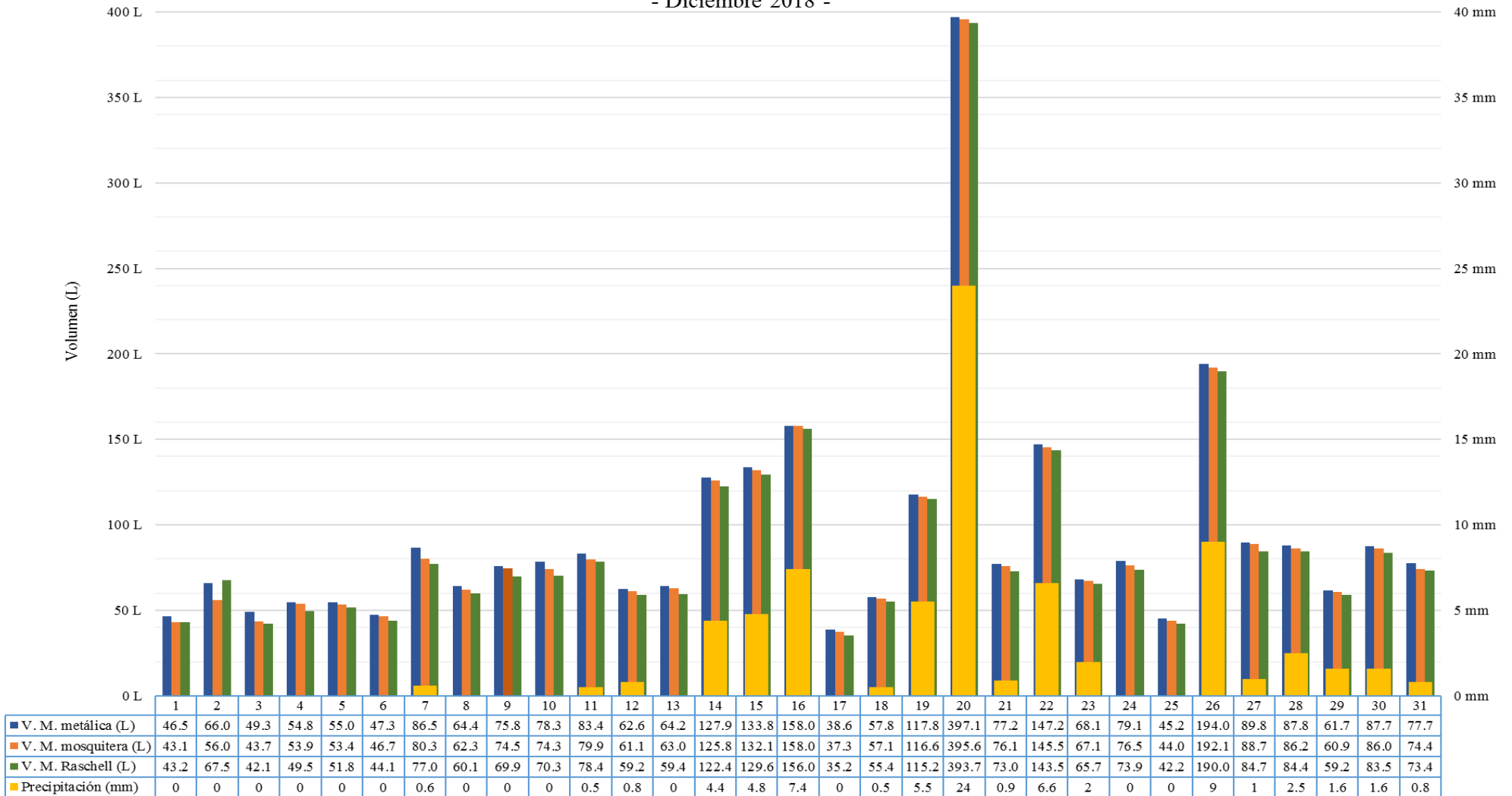


Figura N°12. Se muestra el volumen de agua en litros obtenido por día en el mes de diciembre del 2018 y los días que hubo precipitaciones

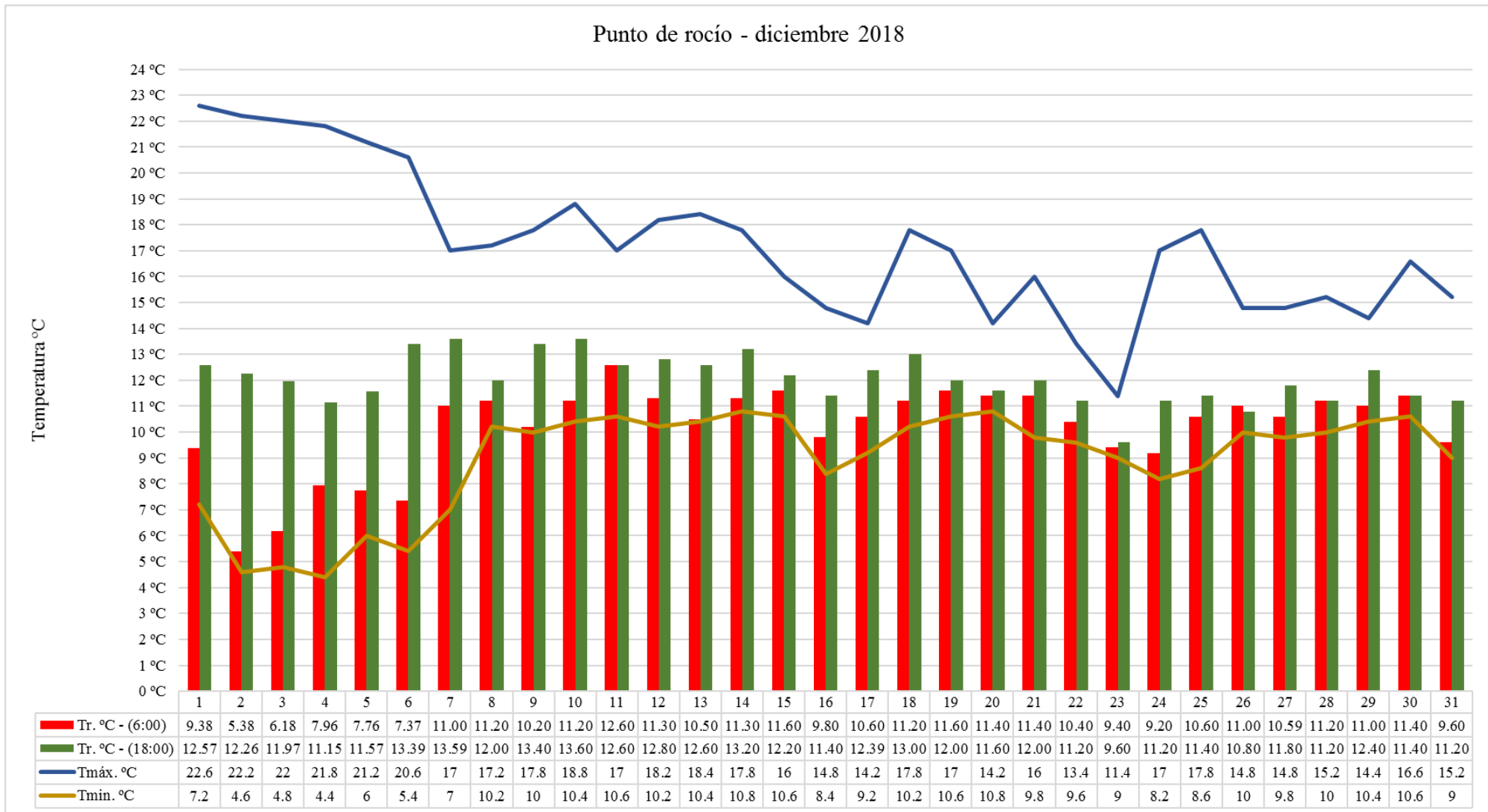


Figura N°13. Relación de las temperaturas máximas y mínimas con las temperaturas de punto de rocío en el mes de diciembre del 2018.



### Análisis de datos del mes de enero del 2019

Los días del mes de enero del 2019 que no presentaron precipitaciones y precipitaciones menores o iguales a 1 mm, se tuvo un total de 16 días analizados en dicho mes (01, 02, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 20, 21, 22, 26, 30, 31).

Tabla N°22. Medidas de tendencia central y dispersión del volumen de agua aprovechable en el mes de enero de 2019.

	<b>Media (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Varianza (<math>S^2</math>)</b>	<b>Desviación estándar (<math>S</math>)</b>
<b>Malla raschel</b>	56.52 L	117.09 L	10.82 L
<b>Malla mosquitero</b>	58.60 L	141.66 L	11.90 L
<b>Malla metálica</b>	60.07 L	134.65 L	11.60 L

Nota: Se observó que, entre los tres tipos de mallas, al igual que en los meses de noviembre y diciembre del 2018, la malla metálica aún siguió siendo la que más captó volumen de agua proveniente de nieblas y neblinas, seguida por la malla mosquitera y finalmente la malla tipo raschel.

Con respecto al mes de noviembre y diciembre del 2018, la diferencia de medias de volumen de agua captada de nieblas y neblinas han variado en 14.07 L, 13.79 L, 14.63 L con respecto al mes de noviembre y -4.00L, -3.71 L, -4.30 L con respecto al mes de diciembre, datos correspondientes a las mallas raschel, mosquitero y metálica respectivamente.

Al aplicar la fórmula de eficiencia de captación de malla (ecuación [1]) se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla N°23. Eficiencia de atrapanieblas en el mes de enero del 2019.

	<b>Media (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Desviación estándar (<math>S</math>)</b>	<b>Volumen más desfavorable (L)</b>	<b>Área de malla (<math>m^2</math>)</b>	<b>Eficiencia de malla (<math>L/m^2/d</math>)</b>
<b>Malla raschel</b>	56.52 L	10.82 L	45.70	24.00	1.90

<b>Malla mosquitero</b>	58.60 L	11.90 L	46.70	24.00	1.95
<b>Malla metálica</b>	60.07 L	11.60 L	48.47	24.00	2.02

Con los datos de eficiencia de malla también se pudo determinar la cantidad de malla atrapanieblas necesaria para el mes de enero del 2019, teniendo en cuenta la dotación per cápita para el Centro Poblado La Palma.

Tabla N24°. Malla necesaria en metros cuadrados para el mes de enero del 2019

<b>Tipo de malla</b>	<b>Dotación (L/hab.d)</b>		<b>Eficiencia de malla (L/m<sup>2</sup>/d)</b>	<b>Malla para un habitante</b>	<b>Malla para una familia</b>	<b>Malla para la población</b>
<b>raschel</b>	<b>Teórica (calculada)</b>	38.40	1.90	20.17	60.50	2702.28
	<b>in situ (observada)</b>	16.00		8.40	25.21	1125.95
<b>mosquitero</b>	<b>Teórica (calculada)</b>	38.40	1.95	19.73	59.20	2644.42
	<b>in situ (observada)</b>	16.00		8.22	24.67	1101.84
<b>metálica</b>	<b>Teórica (calculada)</b>	38.40	2.02	19.01	57.04	2547.85
	<b>in situ (observada)</b>	16.00		7.92	23.77	1061.61

De la tabla N°36. se obtuvo una humedad absoluta promedio de 244.94 gr/m<sup>3</sup> que corresponde a los 16 días analizados del mes.

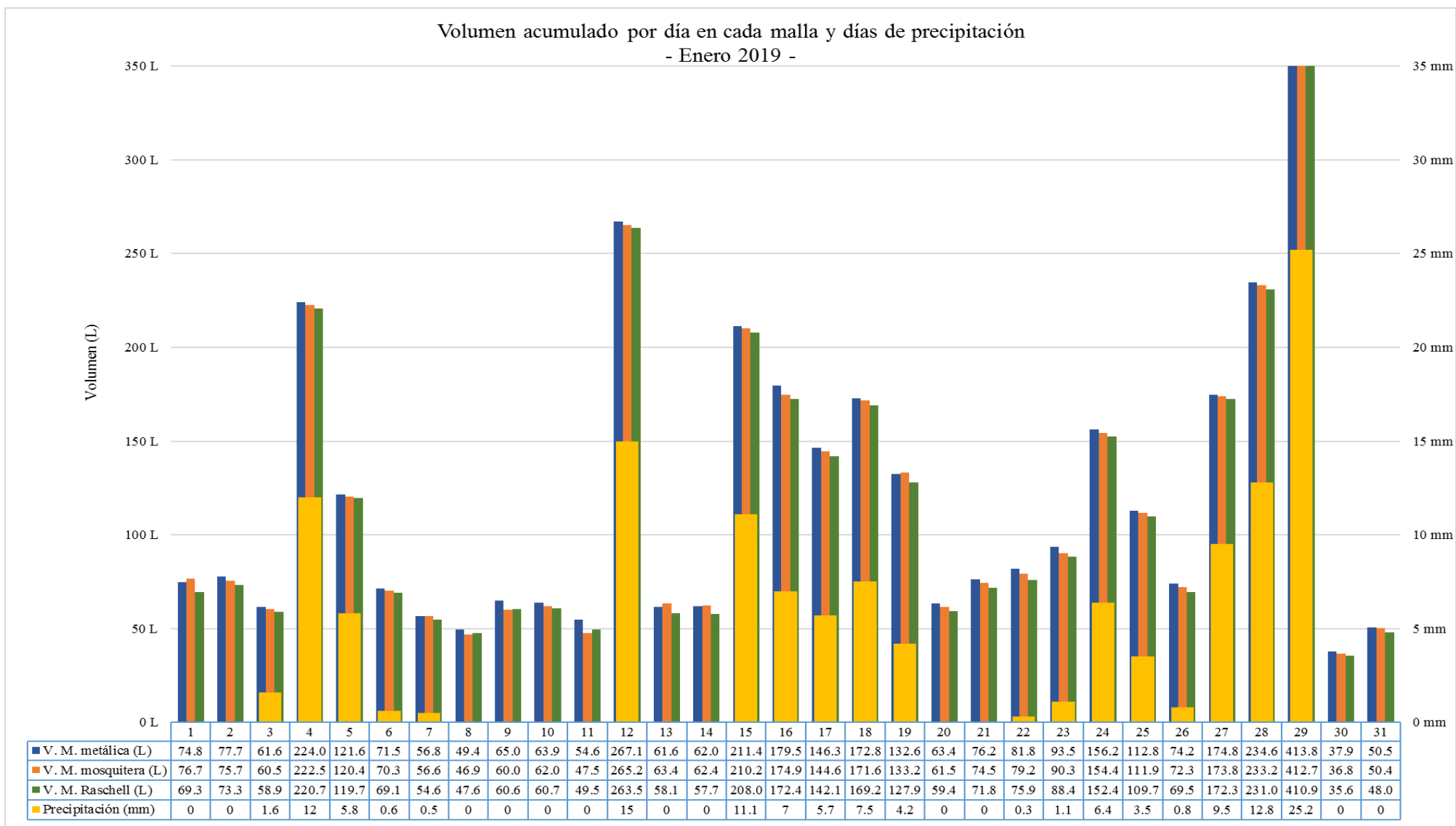


Figura N°14. Se muestra el volumen de agua en litros obtenido por día en el mes de enero del 2019 y los días que hubo precipitaciones

Puntos de rocío - enero 2019

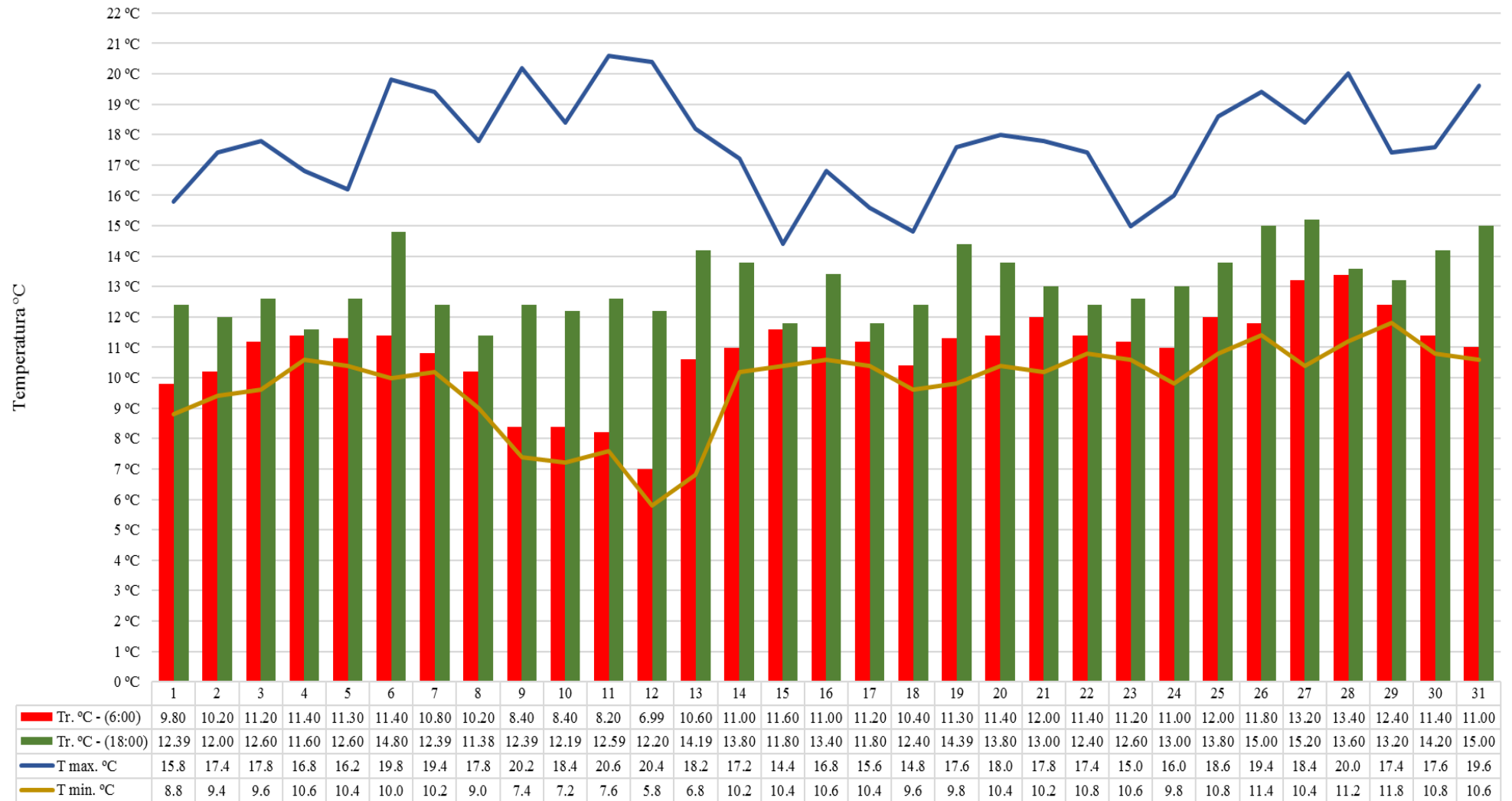


Figura N°15. Relación de las temperaturas máximas y mínimas con las temperaturas de punto de rocío en el mes de enero del 2019.

## 4.1 Discusión de resultados

Al realizar el análisis de dotación per cápita del Centro Poblado La Palma – Chota, en base a normativas del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se obtuvo una 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 24.02 m<sup>2</sup> para el caso de dotación teórica y 10.01 m<sup>2</sup> para la dotación determinada in situ (datos del mes más desfavorable).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que, con la malla metálica se obtiene un mayor volumen de agua aprovechable proveniente de nieblas y neblinas. Se muestra en la siguiente tabla la relación de resultados:

Tabla N° 25. Resumen de volumen de agua aprovechable de nieblas y neblinas

	<b>Malla metálica de 24 m<sup>2</sup></b>	<b>Malla mosquitero de 24 m<sup>2</sup></b>	<b>Malla raschel de 24 m<sup>2</sup></b>
<b>noviembre 2018</b>	45.44 L/d	44.81 L/d	42.45 L/d
<b>diciembre 2018</b>	64.37 L/d	62.31 L/d	60.52 L/d
<b>enero 2019</b>	60.07 L/d	58.60 L/d	56.52 L/d

Se identificó que, la presencia de vientos en la zona de estudio del Centro Poblado La Palma llegó hasta 8 m/s, que, según la escala de Beaufort, corresponde al rango de fresquito (brisa fuerte), dichos vientos, según registros realizados, ocasionaron que se genere un mayor volumen de agua, siendo los rangos de viento entre noroeste a noreste y en menor incidencia los vientos suroeste a sureste. Por lo que la posición adoptada para la ubicación de los atrapanieblas fue de manera transversal al promedio de la dirección de los vientos, en este caso viento norte o en caso de viceversa viento sur.

Se observó también que, el promedio de humedades absolutas en los meses de noviembre y diciembre del 2018 y enero del 2019 fueron 226.89 gr/m<sup>3</sup>, 236.09 gr/m<sup>3</sup> y 244.94 gr/m<sup>3</sup> respectivamente, no han ido acorde a los volúmenes de agua obtenidos en cada mes, esto nos puede ayudar a corroborar a afirmar que la presencia de vientos ha

sido factor determinante para obtener el mayor volumen de agua aprovechable de nieblas y neblinas en el Centro Poblado La Palma.

Si bien es cierto, en el análisis comparativo de las mallas atrapanieblas del tipo raschel, mosquitera y metálica, las tres son de diferente costo, siendo la malla metálica la de mayor costo, pero de mayor eficiencia, seguido por la malla mosquitera y finalmente la malla raschel que en cuanto a costos sería la más adecuada, pero tendría que utilizarse más área de malla para alcanzar a la eficiencia de la malla metálica. Para este caso 0.1 m<sup>2</sup> más de malla raschel por cada metro cuadrado de malla metálica.

De las figuras N°11,13 y 15, se pudo observar que los puntos de temperaturas de rocío de los meses de noviembre y diciembre del 2018 y enero del 2019, se encuentran dentro de los rangos de temperatura mínima y máxima, lo que llevó a afirmar que hubo saturación en el ambiente, por ende, la precipitación de la humedad ambiental en superficies como es el caso de las mallas raschel, mosquitero y metálica.

Se observó que, la malla metálica es más eficiente en la precipitación de gotas de las nieblas y neblinas al entrar en contacto con el material, esto se debería a la mayor conductividad térmica que presenta la malla metálica ( $\lambda=12-45\text{W/m}\cdot\text{K}$ ) a comparación de la malla mosquitera que es de fibra de vidrio ( $\lambda = 0,03 - 0,07 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ) y malla raschel que es de polietileno de alta densidad ( $\lambda = 0,45-0,52 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ).

De los antecedentes citados, uno de los casos con más similitud al del Centro Poblado La Palma es la que realizó Hidalgo en la provincia de Chimborazo - Ecuador a una altitud de 3200 m.s.n.m. obteniendo un volumen de 5.45 L/m<sup>2</sup>/d. y a comparación de la zona de estudio que se encuentra a 2842 m.s.n.m. se obtuvo un promedio de 1.89 L/m<sup>2</sup>/d. (con malla metálica); esto es probable a la diferencia de vientos (presencia de vientos alisios) y a la mayor cantidad de zonas tropicales existentes en Ecuador existiendo mayor evapotranspiración, por ende más humedad en el ambiente.

Realizando un contraste con la investigación realizada en el 2016 por Huertas Rodríguez & Molina Torres en Ráquira – Boyacá, Colombia, es evidente que la presencia de humedad ambiental en la zona litoral es mayor que de las zonas alto andinas como es el Centro Poblado La Palma a 2842 msnm, ya que la brumas marinas son llevadas por

brisas o vientos de alta presión hacia la costa colombiana ocasionando que se obtenga 7.2 L/m<sup>2</sup>/día, que no es el caso para la presente investigación.

El uso de atrapanieblas en el C.P. La Palma, generó buenas expectativas en el usuario beneficiado donde se ha instalado los atrapanieblas, ya que no tuvo que realizar esfuerzos excesivos o uso de acémilas para llevar agua a su vivienda, con lo que se pudo intuir que sus condiciones de vida mejoraron.

De acuerdo a lo investigado por Briones & Mejía en el año 2017, sus observaciones a sus cuatro tipos de malla han sido realizadas de manera estacionaria obteniendo una data en mililitros por minuto, pero hay que tener en cuenta que hay horas del día en que las mallas atrapanieblas no captan agua, por lo que es adecuado realizar la medida por día.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

El Centro Poblado La Palma, presenta características favorables para el uso de mallas atrapanieblas en los meses de noviembre y diciembre del 2018 y enero del 2019, ya que, en el total de los días analizados, se observó que existió punto de rocío o se podría indicar que la humedad relativa llegó al 100%, lo que ocasionó un aporte en la precipitación de agua proveniente de nieblas y neblinas en la superficie de las mallas.

A través del uso de mallas atrapanieblas con dimensiones de 4.00 m x 6.00 m del tipo raschel, mosquitera y metálica, se puede obtener un volumen promedio aprovechable de agua proveniente de nieblas y neblinas de 42.45 L/d, 44.81 L/d y 45.44 L/d en el primer mes, 60.52 L/d, 62.31 L/d y 64.37 L/d en el segundo mes y 56.52 L/d, 58.60 L/d y 60.07 L/d. en el tercer mes respectivamente.

El Centro Poblado La Palma – Chota, actualmente cuenta con una población de 134 habitantes, que, según normativa, necesita una dotación de agua de 38.40 L/hab.d; sin embargo, la demanda per cápita in situ, según consultas y observaciones dio un promedio de 16 L/hab.d.

Al relacionar la eficiencia de cada malla con la demanda per cápita y la población actual, se calcula que el área total de atrapanieblas necesaria para dotar a un poblador, una familia y a toda la población actual del Centro Poblado La Palma, que según la tabla N°18 (mes más desfavorable en cuanto a volumen de agua obtenido), se necesitaría para una dotación teórica, 24.02 m<sup>2</sup> para un habitante, 72.06 m<sup>2</sup> para una familia y 3218.51 m<sup>2</sup> de malla metálica para toda la población actual, y en caso de la dotación determinada in situ, se necesitaría 10.01 m<sup>2</sup> para un habitante, 30.02 m<sup>2</sup> para una familia y 1341.05 m<sup>2</sup> de malla metálica para cubrir la demanda de agua de toda la población actual de la zona de estudio.



## 5.2 Recomendaciones

El uso de mallas atrapanieblas debe ser usado como una alternativa de aprovechamiento hídrico de la humedad atmosférica en las zonas de alta montaña como es el caso del Centro Poblado La Palma (2842 m.s.n.m.) ya que aporta un promedio de 1.89 L de volumen de agua aprovechable por metro cuadrado de malla atrapanieblas al día.

En base a la investigación realizada, se observó que la malla metálica es la que más genera un volumen aprovechable de agua a comparación de la malla mosquitero y raschel; por lo que se recomienda el uso de esta malla para condiciones similares a las del Centro Poblado La Palma – Chota. Pero si se trata del uso de mallas atrapanieblas en relación al costo, es rentable usar malla raschel, ya que, agregando 0.1 m<sup>2</sup> de malla raschel por cada metro cuadrado de malla metálica se obtiene el mismo volumen de agua.

Al instalar mallas atrapanieblas en el Centro Poblado La Palma, es recomendable que sean ubicadas en contra de la dirección del viento más predominante (viento norte o sur) además, la malla debe encontrarse a una altura no menor de un metro para que la temperatura del suelo no genere evaporación en la malla. Dicha recomendación está en base al “Protocolo para la instalación y operación de Estaciones Meteorológicas, Agrometeorológicas e Hidrológicas del SENAMHI” en su acápite de condiciones de emplazamiento para la temperatura del aire.

La presente investigación ha sido realizada teniendo en cuenta que no siempre se va a contar con estaciones meteorológicas in situ, por lo que, se recomienda usar el procedimiento metodológico de la investigación ya que es aplicable con cualquier data que brinda SENAMHI.

Sería adecuado generar investigaciones de volumen aprovechable de agua proveniente de nieblas y neblinas en el Centro Poblado la Palma en los meses restantes de febrero a octubre, para fines de generación de proyectos de inversión de uso de mallas atrapanieblas.

Es posible proyectar dimensiones de mallas atrapanieblas a partir de interpolaciones de las humedades absolutas obtenidas en la presente investigación, en relación a los volúmenes de agua obtenidos por cada malla atrapanieblas que se requiera utilizar.

Se ha observado que el viento es un factor importante que genera más eficiencia en presencia de humedad ambiental, por lo que es adecuado generar más investigaciones referidas al diseño de atrapanieblas en tres dimensiones; ya que la dirección del viento es cambiante (vientos en el Centro Poblado la Palma: noroeste a noreste y en menor consistencia suroeste a sureste).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antón, D. 1988. Cosechando las nubes. El CIID Informa :16-17.
- Barinas Perdomo, BE; Augusto Camargo González, C. (2018). Sistema de generación de agua mediante. Bogotá, s.e.
- Bocek, A. s. f. Introducción a la captación de agua. USA, s.e.
- Briones Rabanal, EL; Mejia Llatas, CM. 2017. Eficiencia de cuatro tipos de mallas en la captación de agua de neblina en el caserío Casadencito, distrito de Chetilla, Cajamarca. Cajamarca, Universidad Peruana del Norte.
- Calle Montes, V; Unsihuay Tovar, F. 2004. METEOROLOGÍA GENERAL. Lima, Departamento de Ingeniería Ambiental, Física y Meteorología.
- CEPES, CP de ES-. 2015. Método aritmético. CEPES :10.
- Cereceda, P. 200d. C. Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural sustentable. Ambiente y Desarrollo :56.
- Cereceda, P; Hernández, P; Leiva, J; Rivera, J de D. 2014. Agua de Niebla. Coquimbo, s.e.
- Chereque Morán, W. 2003. Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Lima, s.e.
- Chota, O de ordenamiento territorial-. 2018. Mapas del distrito de la provincia de Chota. Chota, Municipalidad Provincial de Chota.
- Cisanet. 2019. Telas metálicas / malla rectangular (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://www.cisa.net/es/pdf/rectangular.pdf>.
- Cruz Gutiérrez, A. 2016. Agua y emprendimiento social = Atrapanieblas y huertos urbanos (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/11606>.
- Cuéllar Mayta, JG. 2018. Impacto económico de la implementación de mecanismos capturadores de agua atmosférica para uso agrícola. Villa María del Triunfo, Lima - Perú. Villa María del Triunfo, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- EarthPro-2018. 2017. Imágenes Satelitales. Chota, s.e.

de Edificaciones, RN. 2018. Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones. Perú, s.e.

FogQuest. 2019. Sustainable Water Solutions (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://www.fogquest.org/>.

Galarza Contreras, E; Kámiche Zegarra, J; Diderot Julien, J. 2014. Perú. Evaluación de necesidades tecnológicas para el cambio climático. Ministerio del Ambiente :45.

González Molina, SM; Torres Guevara, J. 2009. Gestión ambiental de las tierras secas del sur del Perú: cosecha del agua de neblinas en lomas de Atiquipa. INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, VOL. XXX, No. 3 :34-38.

Guerrero Toro, AM; Galleguillos Elgueta, C. (2013). La niebla, una fuente alternativa de recursos hídricos en las zonas semiáridas, con sistema de captación altamente eficientes y usos no tradicionales. Santiago de Chile, CORFO.

Hernandez, P; Leiva, J; Rivera, J de D. 2014. Nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas. Agua de Niebla :12.

Hidalgo Quinga, DL. (2016). Captación de agua por medio de la técnica de atrapanieblas en las comunidades campesinas de Galte, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo, Ecuador. Sangolquí, ESPE - Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador.

Huertas Rodriguez, JP; Molina Torres, PA. (2016). Estudio de prefactibilidad para la posible implementación de atrapanieblas en el municipio de Raquira. Bogotá, s.e.

Imaco, A de G. 2001. Los captadores de brumas. Medio Ambiente Canarias :18-22.

INEI, IN de E e I-. 2018. INEI (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/censos/>.

INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES. 2018. RNE :11-14.

Leyton, F. 2017. Invento peruano combatirá la escasez de agua potable. La República .

Madariaga Olivares, IP. (2017). Evaluación del potencial de neblina mediante el sistema de atrapanieblas en las lomas de Ancón durante el evento del niño, en el distrito de Ancón, provincia de Lima periodo 2015-2016. Moquegua, Universidad Nacional de Moquegua.

- Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. s. f. México, s.e.
- Maruplast. 2019. maruplast - Tecnologías en invernaderos (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://maruplast.com/malla-raschel/>.
- MINSA, M de S-. 2004. Parametros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales. :8.
- Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ambito Rural. (2018). Lima, s.e.
- OMM, OMM. 2011. Guía de prácticas climatológicas. Suiza, OMM.
- Ordoñez Gálvez, JJ. (2011). Ciclo Hidrológico. Lima, s.e.
- Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales. (2014). Lima, s.e.
- Poveda Lancheros, J; Sanabria Infante, JC. 2017. Evaluación de la eficiencia de cinco materiales de malla para el sistema de atrapanieblas en el Municipio de Siachoque – Departamento de Boyacá. Tunja, Boyacá, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Ramírez Rodríguez, R. 2000. La problemática global del agua. PNUMA :5.
- Robey, B. (1998). Soluciones para un mundo con escasez de agua. Baltimore, s.e.
- Sánchez Rojas, A; Vásquez Peralta, C. 2010. Mapa Climático del Departamento de Cajamarca (en línea). s.l., s.e. Disponible en <http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/MapaClimatico.pdf>.
- Sodimac. 2019. sodimac.pe (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/search/>.

## ANEXOS

### Datos de estación meteorológica

Tabla N°26. Datos de estación meteorológica mes de noviembre del 2018.

Día - mes 2018	Temp. Máx. °C	Temp. Mín. °C	Temperatura Bulbo Seco °C		Temperatura Bulbo Húmedo °C		Precipitación (mm)		Dirección del	Velocidad del
			6h	18h	6h	18h	6h	18h	Viento 18h	Viento 18h (m/s)
01-nov	17.2	10.6	11.4	12.6	11.2	12.2		0	NE	6
02-nov	19.4	8.6	10.2	12.4	10.2	12	0.6	7.2	N	6
03-nov	16.5	9.8	11.8	12.2	11.6	11.8	1.5	1.8	NE	2
04-nov	19.6	10	10.8	12.4	10.2	12	0.3	0	NW	4
05-nov	21.2	8.6	10	12	9.6	9.8	0	0	SW	4
06-nov	22.4	8.2	10.2	13.2	9	10.2	0	0	NW	4
07-nov	20.2	7.6	11	13.4	10.2	13.2	0	3.3	N	4
08-nov	18.8	10.6	11.8	13.4	11.8	13.4	9.3	11.6	NE	4
09-nov	19.4	11	12	13.8	11.9	13.6	20.8	11.5	NW	4
10-nov	19	10.4	11.6	14	11.2	13.8	0	0.6	NE	4
11-nov	18.2	8.8	11.2	13.8	11	13.4	11.2	5.2	NE	2
12-nov	18.6	10.6	11.4	14.8	10	14.8	2.7	0	NE	2
13-nov	18	10.8	13.2	13.6	13	13.2	0	5.9	NE	4
14-nov	19.4	8	10	12	9.6	11.8	0.3	9.2	SE	4
15-nov	16.2	10	11.7	14.4	10.6	13.2	1.5	0	E	4
16-nov	17.4	11.2	12.8	14	12.6	13.8	0	3	NE	4
17-nov	17.2	11	12.4	13.8	12.2	13.4	0.5	0	NE	2
18-nov	21	10.2	12.6	14.6	12.4	14.2	0	1.4	N	4
19-nov	19	12	13.2	13.6	13	13.4	2	15.3	N	4
20-nov	17.6	11.8	12.6	14	12.2	13.8	2.2	7	N	2
21-nov	18.8	11.2	12.2	13.4	12.2	13	7.4	2.5	E	2
22-nov	20.2	10.9	12.4	14	12	13.6	20.2	2	SE	4
23-nov	21	9.9	11.7	13.4	11.2	11.8	1.2	0	SW	4
24-nov	22.8	7.8	10.2	14.6	8.2	12.4	0	0	SE	4
25-nov	16.2	9.8	12.7	13.6	12.6	13.2	0	0.5	NE	2
26-nov	15.2	11	12.4	13.2	12	12.6	0	7.3	NE	2
27-nov	20.6	9.4	10.2	11.4	9.8	8.4	0	0	NE	4
28-nov	21.2	6.2	8.8	12	5	6.8	0	0	SW	4
29-nov	20.8	6.6	7.6	13.8	5.8	10.4	0	0	E	2
30-nov	22.4	6.2	7.8	12.2	5.2	7.4	0	0	SW	4

Fuente: Estación meteorológica semiautomática DAVIS PRO2

Tabla N°27. Relación de datos para determinación de presión de vapor de agua  $e_a$  – mes de noviembre del 2018.

Día - mes 2018	Altitud (m.s.n.m)	Presión (hPa)	Calor latente de vaporización (L) (cal/g)		Const. De visibilidad $\epsilon$	a	b	Calor Esp. aire seco $C_p$ (cal/g.°C)
			6h	18h				
01-nov	2842	686.10	590.92	590.24	0.62	7.50	237.50	0.24
02-nov	2842	686.10	591.59	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
03-nov	2842	686.10	590.69	590.47	0.62	7.50	237.50	0.24
04-nov	2842	686.10	591.25	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
05-nov	2842	686.10	591.70	590.58	0.62	7.50	237.50	0.24
06-nov	2842	686.10	591.59	589.91	0.62	7.50	237.50	0.24
07-nov	2842	686.10	591.14	589.80	0.62	7.50	237.50	0.24
08-nov	2842	686.10	590.69	589.80	0.62	7.50	237.50	0.24
09-nov	2842	686.10	590.58	589.57	0.62	7.50	237.50	0.24
10-nov	2842	686.10	590.80	589.46	0.62	7.50	237.50	0.24
11-nov	2842	686.10	591.03	589.57	0.62	7.50	237.50	0.24
12-nov	2842	686.10	590.92	589.01	0.62	7.50	237.50	0.24
13-nov	2842	686.10	589.91	589.68	0.62	7.50	237.50	0.24
14-nov	2842	686.10	591.70	590.58	0.62	7.50	237.50	0.24
15-nov	2842	686.10	590.75	589.24	0.62	7.50	237.50	0.24
16-nov	2842	686.10	590.13	589.46	0.62	7.50	237.50	0.24
17-nov	2842	686.10	590.36	589.57	0.62	7.50	237.50	0.24
18-nov	2842	686.10	590.24	589.12	0.62	7.50	237.50	0.24
19-nov	2842	686.10	589.91	589.68	0.62	7.50	237.50	0.24
20-nov	2842	686.10	590.24	589.46	0.62	7.50	237.50	0.24
21-nov	2842	686.10	590.47	589.80	0.62	7.50	237.50	0.24
22-nov	2842	686.10	590.36	589.46	0.62	7.50	237.50	0.24
23-nov	2842	686.10	590.75	589.80	0.62	7.50	237.50	0.24
24-nov	2842	686.10	591.59	589.12	0.62	7.50	237.50	0.24
25-nov	2842	686.10	590.19	589.68	0.62	7.50	237.50	0.24
26-nov	2842	686.10	590.36	589.91	0.62	7.50	237.50	0.24
27-nov	2842	686.10	591.59	590.92	0.62	7.50	237.50	0.24
28-nov	2842	686.10	592.37	590.58	0.62	7.50	237.50	0.24
29-nov	2842	686.10	593.04	589.57	0.62	7.50	237.50	0.24
30-nov	2842	686.10	592.93	590.47	0.62	7.50	237.50	0.24

Fuente: Propia

Tabla N°28. Determinación de presión de vapor, presión de saturación, humedad absoluta y humedad específica – mes de noviembre del 2018.

Día - mes 2018	Presión de saturación		Presión de vapor		Humedad absoluta		Humedad específica	
	$e_{sh}$ (hPa)		$e_a$ (hPa)		$\rho_v$ (gr/m <sup>3</sup> )		$q$ (gr/kg)	
	6h	18h	6h	18h	6h	18h	6h	18h
01-nov	13.30	14.21	13.26	14.14	251.89	242.90	12.11	12.92
02-nov	12.44	14.02	12.44	13.95	264.08	243.58	11.36	12.75
03-nov	13.66	13.84	13.62	13.77	249.90	244.31	12.44	12.58
04-nov	12.44	14.02	12.34	13.95	247.32	243.58	11.26	12.75
05-nov	11.95	12.11	11.88	11.73	257.24	211.63	10.84	10.70
06-nov	11.48	12.44	11.27	11.92	239.20	195.49	10.28	10.88
07-nov	12.44	15.17	12.30	15.13	242.14	244.51	11.23	13.84
08-nov	13.84	15.37	13.84	15.37	253.87	248.29	12.64	14.05
09-nov	13.93	15.57	13.91	15.53	250.98	243.70	12.71	14.20
10-nov	13.30	15.77	13.23	15.74	246.90	243.37	12.08	14.39
11-nov	13.12	15.37	13.09	15.30	253.00	239.99	11.95	13.99
12-nov	12.28	16.83	12.03	16.83	228.52	246.14	10.98	15.40
13-nov	14.97	15.17	14.94	15.10	244.98	240.35	13.65	13.80
14-nov	11.95	13.84	11.88	13.80	257.24	249.01	10.84	12.61
15-nov	12.78	15.17	12.59	14.96	232.91	224.90	11.49	13.67
16-nov	14.58	15.77	14.55	15.74	246.09	243.37	13.30	14.39
17-nov	14.21	15.37	14.17	15.30	247.43	239.99	12.95	13.99
18-nov	14.39	16.19	14.36	16.12	246.73	239.00	13.12	14.74
19-nov	14.97	15.37	14.94	15.33	244.98	244.08	13.65	14.02
20-nov	14.21	15.77	14.14	15.74	242.90	243.37	12.92	14.39
21-nov	14.21	14.97	14.21	14.90	252.10	240.76	12.98	13.62
22-nov	14.02	15.57	13.95	15.50	243.58	239.68	12.75	14.17
23-nov	13.30	13.84	13.21	13.56	244.47	219.05	12.07	12.38
24-nov	10.87	14.39	10.53	14.01	223.40	207.75	9.60	12.80
25-nov	14.58	15.17	14.57	15.10	248.33	240.35	13.31	13.80
26-nov	14.02	14.58	13.95	14.48	243.58	237.49	12.75	13.23
27-nov	12.11	11.02	12.04	10.50	255.63	199.40	10.99	9.57
28-nov	8.72	9.88	8.06	8.98	198.38	161.93	7.34	8.18
29-nov	9.22	12.61	8.91	12.02	253.82	188.51	8.12	10.97
30-nov	8.85	10.30	8.39	9.46	233.01	167.87	7.65	8.62

Fuente: Propia



Tabla N°29. Determinación de relación de masa, déficit de saturación, humedad relativa y temperatura de rocío- mes de noviembre del 2018.

Día - mes 2018	Relación de masa r (g/kg)		Déficit de saturación $\Delta e$		Humedad Relativa HR (%)		Temperatura de rocío $T_d$ (°C)	
	6h	18h	6h	18h	6h	18h	6h	18h
01-nov	12.26	13.09	0.03	0.07	99.74	99.51	11.40	12.60
02-nov	11.49	12.91	0.00	0.07	100.00	99.50	10.20	12.40
03-nov	12.60	12.74	0.03	0.07	99.74	99.50	11.80	12.20
04-nov	11.39	12.91	0.10	0.07	99.16	99.50	10.80	12.40
05-nov	10.96	10.82	0.07	0.38	99.42	96.84	10.00	11.99
06-nov	10.39	11.00	0.21	0.52	98.18	95.80	10.19	13.18
07-nov	11.36	14.03	0.14	0.03	98.88	99.77	11.00	13.40
08-nov	12.80	14.25	0.00	0.00	100.00	100.00	11.80	13.40
09-nov	12.87	14.41	0.02	0.03	99.87	99.78	12.00	13.80
10-nov	12.23	14.60	0.07	0.03	99.48	99.78	11.60	14.00
11-nov	12.10	14.18	0.03	0.07	99.73	99.55	11.20	13.80
12-nov	11.10	15.64	0.24	0.00	98.02	100.00	11.39	14.80
13-nov	13.84	14.00	0.03	0.07	99.77	99.54	13.20	13.60
14-nov	10.96	12.77	0.07	0.03	99.42	99.75	10.00	12.00
15-nov	11.62	13.86	0.19	0.21	98.50	98.62	11.69	14.39
16-nov	13.48	14.60	0.03	0.03	99.76	99.78	12.80	14.00
17-nov	13.12	14.18	0.03	0.07	99.75	99.55	12.40	13.80
18-nov	13.30	14.96	0.03	0.07	99.76	99.57	12.60	14.60
19-nov	13.84	14.22	0.03	0.03	99.77	99.77	13.20	13.60
20-nov	13.09	14.60	0.07	0.03	99.51	99.78	12.60	14.00
21-nov	13.15	13.81	0.00	0.07	100.00	99.53	12.20	13.40
22-nov	12.91	14.38	0.07	0.07	99.50	99.55	12.40	14.00
23-nov	12.21	12.54	0.09	0.28	99.35	97.98	11.70	13.39
24-nov	9.69	12.97	0.35	0.38	96.80	97.33	10.19	14.59
25-nov	13.49	14.00	0.02	0.07	99.88	99.54	12.70	13.60
26-nov	12.91	13.41	0.07	0.10	99.50	99.28	12.40	13.20
27-nov	11.11	9.67	0.07	0.52	99.43	95.26	10.20	11.38
28-nov	7.40	8.24	0.66	0.91	92.44	90.84	8.77	11.96
29-nov	8.18	11.09	0.31	0.59	96.62	95.30	7.59	13.78
30-nov	7.70	8.70	0.45	0.84	94.90	91.88	7.78	12.16

Fuente: Propia

Tabla N°30. Datos de estación meteorológica mes de diciembre del 2018

Día - mes 2018	Temp. Máx. °C	Temp. Min. °C	Temperatura Bulbo Seco °C		Temperatura Bulbo Húmedo °C		Precipitación (mm)		Dirección	Velocidad
			6h	18h	6h	18h	6h	18h	del	del
									Viento 18h	Viento 18h (m/s)
01-dic	22.6	7.2	9.4	12.6	6.8	8.6	0.0	0.0	S	4
02-dic	22.2	4.6	5.4	12.3	3.8	7.2	0.0	0.0	NW	6
03-dic	22.0	4.8	6.2	12.0	4.0	8.2	0.0	0.0	NE	4
04-dic	21.8	4.4	8.0	11.2	3.6	5.6	0.0	0.0	SW	6
05-dic	21.2	6.0	7.8	11.6	3.4	8.0	0.0	0.0	NW	6
06-dic	20.6	5.4	7.4	13.4	4.0	11.2	0.0	0.0	SE	4
07-dic	17.0	7.0	11.0	13.6	10.8	12.6	0.6	0.0	N	8
08-dic	17.2	10.2	11.2	12.0	11.0	11.6	0.0	0.0	NE	6
09-dic	17.8	10.0	10.2	13.4	9.6	12.6	0.0	0.0	NE	8
10-dic	18.8	10.4	11.2	13.6	11.2	13.2	0.0	0.0	NE	8
11-dic	17.0	10.6	12.6	12.6	11.8	12.4	0.0	0.5	E	8
12-dic	18.2	10.2	11.3	12.8	10.8	12.6	0.0	0.8	NW	4
13-dic	18.4	10.4	10.5	12.6	10.4	12.2	0.0	0.0	NE	6
14-dic	17.8	10.8	11.3	13.2	11.2	12.8	3.5	0.9	NE	6
15-dic	16.0	10.6	11.6	12.2	11.6	12.2	2.0	2.8	NE	6
16-dic	14.8	8.4	9.8	11.4	9.8	10.8	5.6	1.8	NE	4
17-dic	14.2	9.2	10.6	12.4	10.2	11.4	0.0	0.0	N	2
18-dic	17.8	10.2	11.2	13.0	11.0	12.6	0.5	0.0	N	4
19-dic	17.0	10.6	11.6	12.0	11.5	11.8	3.0	2.5	SE	2
20-dic	14.2	10.8	11.4	11.6	11.2	11.4	17.0	7.0	N	4
21-dic	16.0	9.8	11.4	12.0	11.4	11.8	0.9	0.0	NE	6
22-dic	13.4	9.6	10.4	11.2	10.2	11.0	5.8	0.8	NE	4
23-dic	11.4	9.0	9.4	9.6	9.3	9.4	1.2	0.8	NE	2
24-dic	17.0	8.2	9.2	11.2	8.6	11.1	0.0	0.0	NE	8
25-dic	17.8	8.6	10.6	11.4	10.4	11.2	0.0	0.0	NE	3
26-dic	14.8	10.0	11.0	10.8	10.8	10.2	3.0	6.0	NE	6
27-dic	14.8	9.8	10.6	11.8	9.6	11.6	1.0	0.0	N	8
28-dic	15.2	10.0	11.2	11.2	11.0	11.2	1.8	0.7	N	4
29-dic	14.4	10.4	11.0	12.4	11.0	12.0	1.6	0.0	SE	2
30-dic	16.6	10.6	11.4	11.4	11.2	11.4	0.0	1.6	E	6
31-dic	15.2	9.0	9.6	11.2	9.4	10.8	0.8	0.0	NE	6

Fuente: Estación meteorológica semiautomática DAVIS PRO2

Tabla N°31. Relación de datos para determinación de presión de vapor de agua  $e_a$  – mes de diciembre del 2018.

Día - mes 2018	Altitud (m.s.n.m)	Presión (hPa)	Calor latente de vaporización (L) (cal/g)		Const. De visibilidad $\epsilon$	a	b	Calor Esp. aire seco $C_p$ (cal/g.°C)
			6h	18h				
01-dic	2842	686.10	592.04	590.24	0.62	7.50	237.50	0.24
02-dic	2842	686.10	594.28	590.41	0.62	7.50	237.50	0.24
03-dic	2842	686.10	593.83	590.58	0.62	7.50	237.50	0.24
04-dic	2842	686.10	592.82	591.03	0.62	7.50	237.50	0.24
05-dic	2842	686.10	592.93	590.80	0.62	7.50	237.50	0.24
06-dic	2842	686.10	593.16	589.80	0.62	7.50	237.50	0.24
07-dic	2842	686.10	591.14	589.68	0.62	7.50	237.50	0.24
08-dic	2842	686.10	591.03	590.58	0.62	7.50	237.50	0.24
09-dic	2842	686.10	591.59	589.80	0.62	7.50	237.50	0.24
10-dic	2842	686.10	591.03	589.68	0.62	7.50	237.50	0.24
11-dic	2842	686.10	590.24	590.24	0.62	7.50	237.50	0.24
12-dic	2842	686.10	590.97	590.13	0.62	7.50	237.50	0.24
13-dic	2842	686.10	591.42	590.24	0.62	7.50	237.50	0.24
14-dic	2842	686.10	590.97	589.91	0.62	7.50	237.50	0.24
15-dic	2842	686.10	590.80	590.47	0.62	7.50	237.50	0.24
16-dic	2842	686.10	591.81	590.92	0.62	7.50	237.50	0.24
17-dic	2842	686.10	591.36	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
18-dic	2842	686.10	591.03	590.02	0.62	7.50	237.50	0.24
19-dic	2842	686.10	590.80	590.58	0.62	7.50	237.50	0.24
20-dic	2842	686.10	590.92	590.80	0.62	7.50	237.50	0.24
21-dic	2842	686.10	590.92	590.58	0.62	7.50	237.50	0.24
22-dic	2842	686.10	591.48	591.03	0.62	7.50	237.50	0.24
23-dic	2842	686.10	592.04	591.92	0.62	7.50	237.50	0.24
24-dic	2842	686.10	592.15	591.03	0.62	7.50	237.50	0.24
25-dic	2842	686.10	591.36	590.92	0.62	7.50	237.50	0.24
26-dic	2842	686.10	591.14	591.25	0.62	7.50	237.50	0.24
27-dic	2842	686.10	591.36	590.69	0.62	7.50	237.50	0.24
28-dic	2842	686.10	591.03	591.03	0.62	7.50	237.50	0.24
29-dic	2842	686.10	591.14	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
30-dic	2842	686.10	590.92	590.92	0.62	7.50	237.50	0.24
31-dic	2842	686.10	591.92	591.03	0.62	7.50	237.50	0.24

Fuente: Propia

Tabla N°32. Determinación de presión de vapor, presión de saturación, humedad absoluta y humedad específica – mes de diciembre del 2018.

Día - mes 2018	Presión de saturación		Presión de vapor		Humedad absoluta		Humedad específica	
	$e_{sh}$ (hPa)		$e_a$ (hPa)		$\rho_v$ (gr/m <sup>3</sup> )		$q$ (gr/kg)	
	6h	18h	6h	18h	6h	18h	6h	18h
01-dic	9.88	11.17	9.43	10.47	217.18	179.99	8.59	9.55
02-dic	8.02	10.16	7.74	9.27	310.42	163.12	7.05	8.44
03-dic	8.13	10.87	7.75	10.21	270.70	184.23	7.06	9.31
04-dic	7.91	9.10	7.14	8.12	193.33	156.98	6.50	7.40
05-dic	7.80	10.73	7.03	10.10	195.22	188.49	6.40	9.21
06-dic	8.13	13.30	7.54	12.91	220.71	208.66	6.87	11.79
07-dic	12.95	14.58	12.91	14.41	254.19	229.40	11.79	13.17
08-dic	13.12	13.66	13.09	13.59	253.00	245.11	11.95	12.41
09-dic	11.95	14.58	11.85	14.44	251.46	233.38	10.81	13.20
10-dic	13.30	15.17	13.30	15.10	257.06	240.35	12.15	13.80
11-dic	13.84	14.39	13.70	14.36	235.36	246.73	12.51	13.12
12-dic	12.95	14.58	12.86	14.55	246.44	246.09	11.74	13.30
13-dic	12.61	14.21	12.59	14.14	259.63	242.90	11.50	12.92
14-dic	13.30	14.78	13.28	14.71	254.45	241.22	12.13	13.44
15-dic	13.66	14.21	13.66	14.21	254.86	252.10	12.47	12.98
16-dic	12.11	12.95	12.11	12.85	267.60	243.95	11.06	11.73
17-dic	12.44	13.48	12.37	13.30	252.70	232.24	11.29	12.15
18-dic	13.12	14.58	13.09	14.51	253.00	241.73	11.95	13.26
19-dic	13.57	13.84	13.55	13.80	252.85	249.01	12.37	12.61
20-dic	13.30	13.48	13.26	13.44	251.89	250.86	12.11	12.28
21-dic	13.48	13.84	13.48	13.80	255.92	249.01	12.31	12.61
22-dic	12.44	13.12	12.41	13.09	258.28	253.00	11.33	11.95
23-dic	11.71	11.79	11.70	11.76	269.37	265.15	10.67	10.73
24-dic	11.17	13.21	11.07	13.19	260.45	255.03	10.10	12.05
25-dic	12.61	13.30	12.57	13.26	256.82	251.89	11.48	12.11
26-dic	12.95	12.44	12.91	12.34	254.19	247.32	11.79	11.26
27-dic	11.95	13.66	11.78	13.62	240.55	249.90	10.75	12.44
28-dic	13.12	13.30	13.09	13.30	253.00	257.06	11.95	12.15
29-dic	13.12	14.02	13.12	13.95	258.28	243.58	11.98	12.75
30-dic	13.30	13.48	13.26	13.48	251.89	255.92	12.11	12.31
31-dic	11.79	12.95	11.76	12.88	265.15	248.98	10.73	11.76

Fuente: Propia

Tabla N°33. Determinación de relación de masa, déficit de saturación, humedad relativa y temperatura de rocío- mes de diciembre del 2018.

Día - mes 2018	Relación de masa r (g/kg)		Déficit de saturación $\Delta e$		Humedad Relativa HR (%)		Temperatura de rocío $T_d$ (°C)	
	6h	18h	6h	18h	6h	18h	6h	18h
01-dic	8.67	9.64	0.45	0.70	95.43	93.76	9.38	12.57
02-dic	7.10	8.52	0.28	0.89	96.55	91.25	5.38	12.26
03-dic	7.11	9.40	0.38	0.66	95.32	93.91	6.18	11.97
04-dic	6.54	7.45	0.76	0.97	90.35	89.29	7.96	11.15
05-dic	6.44	9.29	0.76	0.63	90.21	94.16	7.76	11.57
06-dic	6.92	11.93	0.59	0.38	92.75	97.12	7.37	13.39
07-dic	11.93	13.34	0.03	0.17	99.73	98.80	11.00	13.59
08-dic	12.10	12.57	0.03	0.07	99.73	99.49	11.20	12.00
09-dic	10.93	13.38	0.10	0.14	99.13	99.04	10.20	13.40
10-dic	12.29	14.00	0.00	0.07	100.00	99.54	11.20	13.60
11-dic	12.67	13.30	0.14	0.03	98.99	99.76	12.60	12.60
12-dic	11.88	13.48	0.09	0.03	99.33	99.76	11.30	12.80
13-dic	11.63	13.09	0.02	0.07	99.86	99.51	10.50	12.60
14-dic	12.28	13.63	0.02	0.07	99.87	99.53	11.30	13.20
15-dic	12.63	13.15	0.00	0.00	100.00	100.00	11.60	12.20
16-dic	11.18	11.87	0.00	0.10	100.00	99.19	9.80	11.40
17-dic	11.42	12.30	0.07	0.17	99.44	98.71	10.60	12.39
18-dic	12.10	13.44	0.03	0.07	99.73	99.52	11.20	13.00
19-dic	12.53	12.77	0.02	0.03	99.87	99.75	11.60	12.00
20-dic	12.26	12.43	0.03	0.03	99.74	99.74	11.40	11.60
21-dic	12.46	12.77	0.00	0.03	100.00	99.75	11.40	12.00
22-dic	11.46	12.10	0.03	0.03	99.72	99.73	10.40	11.20
23-dic	10.79	10.84	0.02	0.03	99.85	99.71	9.40	9.60
24-dic	10.20	12.20	0.10	0.02	99.07	99.87	9.20	11.20
25-dic	11.61	12.26	0.03	0.03	99.72	99.74	10.60	11.40
26-dic	11.93	11.39	0.03	0.10	99.73	99.16	11.00	10.80
27-dic	10.86	12.60	0.17	0.03	98.54	99.74	10.59	11.80
28-dic	12.10	12.29	0.03	0.00	99.73	100.00	11.20	11.20
29-dic	12.13	12.91	0.00	0.07	100.00	99.50	11.00	12.40
30-dic	12.26	12.46	0.03	0.00	99.74	100.00	11.40	11.40
31-dic	10.84	11.90	0.03	0.07	99.71	99.46	9.60	11.20

Fuente: Propia

Tabla N°34. Datos de estación meteorológica mes de enero del 2019.

Día - mes 2019	Temp. Máx. °C	Temp. Min. °C	Temperatura Bulbo Seco °C		Temperatura Bulbo Húmedo °C		Precipitación (mm)		Dirección	Velocidad
			6h	18h	6h	18h	6h	18h	del	del
									Viento 18h	Viento 18h (m/s)
01-ene	15.8	8.8	9.8	12.4	9.6	11.2	0.0	0.0	N	8
02-ene	17.4	9.4	10.2	12.0	10.0	12.0	0.0	0.0	NE	8
03-ene	17.8	9.6	11.2	12.6	11.0	12.4	1.6	0.0	N	2
04-ene	16.8	10.6	11.4	11.6	11.0	11.5	0.0	12.0	N	4
05-ene	16.2	10.4	11.3	12.6	11.2	11.8	4.2	1.6	N	2
06-ene	19.8	10.0	11.4	14.8	11.3	14.2	0.0	0.6	NE	6
07-ene	19.4	10.2	10.8	12.4	10.4	11.2	0.5	0.0	W	4
08-ene	17.8	9.0	10.2	11.4	9.6	8.8	0.0	0.0	SW	4
09-ene	20.2	7.4	8.4	12.4	8.2	11.0	0.0	0.0	SW	6
10-ene	18.4	7.2	8.4	12.2	8.0	10.8	0.0	0.0	S	6
11-ene	20.6	7.6	8.2	12.6	8.0	11.0	0.0	0.0	SW	4
12-ene	20.4	5.8	7.0	12.2	5.8	11.6	0.0	15.0	E	4
13-ene	18.2	6.8	10.6	14.2	10.6	12.8	0.0	0.0	NE	6
14-ene	17.2	10.2	11.0	13.8	10.8	13.0	0.0	0.0	NE	6
15-ene	14.4	10.4	11.6	11.8	11.6	11.6	3.5	7.6	NE	4
16-ene	16.8	10.6	11.0	13.4	11.0	13.0	7.0	0.0	NE	8
17-ene	15.6	10.4	11.2	11.8	11.0	11.6	2.0	3.7	NE	6
18-ene	14.8	9.6	10.4	12.4	10.4	12.2	6.3	1.2	NE	6
19-ene	17.6	9.8	11.3	14.4	11.2	13.0	4.2	0.0	NE	8
20-ene	18.0	10.4	11.4	13.8	11.2	13.2	0.0	0.0	SW	6
21-ene	17.8	10.2	12.0	13.0	11.8	12.8	0.0	0.0	N	8
22-ene	17.4	10.8	11.4	12.4	11.4	12.2	0.3	0.0	NE	8
23-ene	15.0	10.6	11.2	12.6	11.1	12.4	1.1	0.0	N	8
24-ene	16.0	9.8	11.0	13.0	10.8	12.8	6.4	0.0	N	6
25-ene	18.6	10.8	12.0	13.8	11.8	13.2	3.5	0.0	NE	6
26-ene	19.4	11.4	11.8	15.0	11.2	14.2	0.8	0.0	NE	6
27-ene	18.4	10.4	13.2	15.2	13.0	14.8	0.5	9.0	NE	2
28-ene	20.0	11.2	13.4	13.6	12.6	13.4	2.2	10.6	NE	4
29-ene	17.4	11.8	12.4	13.2	12.4	12.8	7.8	17.4	N	4
30-ene	17.6	10.8	11.4	14.2	11.0	13.6	0.0	0.0	N	2
31-ene	19.6	10.6	11.0	15.0	11.0	14.0	0.0	0.0	NE	4

Fuente: Estación meteorológica semiautomática DAVIS PRO2

Tabla N°35. Relación de datos para determinación de presión de vapor de agua  $e_a$  – mes de enero del 2019.

Día - mes 2019	Altitud (m.s.n.m)	Presión (hPa)	Calor latente de vaporización (L) (cal/g)		Const. De visibilidad $\epsilon$	a	b	Calor Esp. aire seco $C_p$ (cal/g.°C)
			6h	18h				
01-ene	2842	686.10	591.81	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
02-ene	2842	686.10	591.59	590.58	0.62	7.50	237.50	0.24
03-ene	2842	686.10	591.03	590.24	0.62	7.50	237.50	0.24
04-ene	2842	686.10	590.92	590.80	0.62	7.50	237.50	0.24
05-ene	2842	686.10	590.97	590.24	0.62	7.50	237.50	0.24
06-ene	2842	686.10	590.92	589.01	0.62	7.50	237.50	0.24
07-ene	2842	686.10	591.25	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
08-ene	2842	686.10	591.59	590.92	0.62	7.50	237.50	0.24
09-ene	2842	686.10	592.60	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
10-ene	2842	686.10	592.60	590.47	0.62	7.50	237.50	0.24
11-ene	2842	686.10	592.71	590.24	0.62	7.50	237.50	0.24
12-ene	2842	686.10	593.38	590.47	0.62	7.50	237.50	0.24
13-ene	2842	686.10	591.36	589.35	0.62	7.50	237.50	0.24
14-ene	2842	686.10	591.14	589.57	0.62	7.50	237.50	0.24
15-ene	2842	686.10	590.80	590.69	0.62	7.50	237.50	0.24
16-ene	2842	686.10	591.14	589.80	0.62	7.50	237.50	0.24
17-ene	2842	686.10	591.03	590.69	0.62	7.50	237.50	0.24
18-ene	2842	686.10	591.48	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
19-ene	2842	686.10	590.97	589.24	0.62	7.50	237.50	0.24
20-ene	2842	686.10	590.92	589.57	0.62	7.50	237.50	0.24
21-ene	2842	686.10	590.58	590.02	0.62	7.50	237.50	0.24
22-ene	2842	686.10	590.92	590.36	0.62	7.50	237.50	0.24
23-ene	2842	686.10	591.03	590.24	0.62	7.50	237.50	0.24
24-ene	2842	686.10	591.14	590.02	0.62	7.50	237.50	0.24
25-ene	2842	686.10	590.58	589.57	0.62	7.50	237.50	0.24
26-ene	2842	686.10	590.69	588.90	0.62	7.50	237.50	0.24
27-ene	2842	686.10	589.91	588.79	0.62	7.50	237.50	0.24
28-ene	2842	686.10	589.80	589.68	0.62	7.50	237.50	0.24
29-ene	2842	686.10	590.36	589.91	0.62	7.50	237.50	0.24
30-ene	2842	686.10	590.92	589.35	0.62	7.50	237.50	0.24
31-ene	2842	686.10	591.14	588.90	0.62	7.50	237.50	0.24

Fuente: Propia

Tabla N°36. Determinación de presión de vapor, presión de saturación, humedad absoluta y humedad específica – mes de enero del 2019.

Día - mes 2019	Presión de saturación		Presión de vapor		Humedad absoluta		Humedad específica	
	$e_{sh}$ (hPa)		$e_a$ (hPa)		$\rho_v$ (gr/m <sup>3</sup> )		$q$ (gr/kg)	
	6h	18h	6h	18h	6h	18h	6h	18h
01-ene	11.95	13.30	11.92	13.09	263.26	228.53	10.87	11.95
02-ene	12.28	14.02	12.24	14.02	259.83	252.95	11.17	12.81
03-ene	13.12	14.39	13.09	14.36	253.00	246.73	11.95	13.12
04-ene	13.12	13.57	13.05	13.55	247.90	252.85	11.92	12.37
05-ene	13.30	13.84	13.28	13.70	254.45	235.36	12.13	12.51
06-ene	13.39	16.19	13.37	16.08	253.90	235.26	12.21	14.71
07-ene	12.61	13.30	12.54	13.09	251.37	228.53	11.45	11.95
08-ene	11.95	11.32	11.85	10.87	251.46	206.47	10.81	9.92
09-ene	10.87	13.12	10.84	12.88	279.34	224.87	9.88	11.76
10-ene	10.73	12.95	10.66	12.71	274.66	225.48	9.72	11.60
11-ene	10.73	13.12	10.69	12.84	282.28	220.70	9.75	11.73
12-ene	9.22	13.66	9.01	13.55	278.80	240.47	8.21	12.38
13-ene	12.78	14.78	12.78	14.53	260.99	221.57	11.67	13.28
14-ene	12.95	14.97	12.91	14.83	254.19	232.69	11.79	13.56
15-ene	13.66	13.66	13.66	13.62	254.86	249.90	12.47	12.44
16-ene	13.12	14.97	13.12	14.90	258.28	240.76	11.98	13.62
17-ene	13.12	13.66	13.09	13.62	253.00	249.90	11.95	12.44
18-ene	12.61	14.21	12.61	14.17	262.49	247.43	11.51	12.95
19-ene	13.30	14.97	13.28	14.73	254.45	221.42	12.13	13.46
20-ene	13.30	15.17	13.26	15.06	251.89	236.32	12.11	13.77
21-ene	13.84	14.78	13.80	14.74	249.01	245.51	12.61	13.47
22-ene	13.48	14.21	13.48	14.17	255.92	247.43	12.31	12.95
23-ene	13.21	14.39	13.19	14.36	255.03	246.73	12.05	13.12
24-ene	12.95	14.78	12.91	14.74	254.19	245.51	11.79	13.47
25-ene	13.84	15.17	13.80	15.06	249.01	236.32	12.61	13.77
26-ene	13.30	16.19	13.19	16.05	242.07	231.61	12.05	14.68
27-ene	14.97	16.83	14.94	16.76	244.98	238.67	13.65	15.33
28-ene	14.58	15.37	14.44	15.33	233.38	244.08	13.20	14.02
29-ene	14.39	14.78	14.39	14.71	251.32	241.22	13.15	13.44
30-ene	13.12	15.57	13.05	15.46	247.90	235.77	11.92	14.14
31-ene	13.12	15.98	13.12	15.80	258.28	228.10	11.98	14.45

Fuente: Propia



Tabla N°37. Determinación de relación de masa, déficit de saturación, humedad relativa y temperatura de rocío - mes de enero del 2019.

Día - mes 2019	Relación de masa r (g/kg)		Déficit de saturación $\Delta e$		Humedad Relativa HR (%)		Temperatura de rocío T <sub>d</sub> (°C)	
	6h	18h	6h	18h	6h	18h	6h	18h
01-ene	10.99	12.10	0.03	0.21	99.71	98.43	9.80	12.39
02-ene	11.30	12.98	0.03	0.00	99.72	100.00	10.20	12.00
03-ene	12.10	13.30	0.03	0.03	99.73	99.76	11.20	12.60
04-ene	12.06	12.53	0.07	0.02	99.47	99.87	11.40	11.60
05-ene	12.28	12.67	0.02	0.14	99.87	98.99	11.30	12.60
06-ene	12.36	14.93	0.02	0.10	99.87	99.35	11.40	14.80
07-ene	11.58	12.10	0.07	0.21	99.45	98.43	10.80	12.39
08-ene	10.93	10.01	0.10	0.45	99.13	96.00	10.20	11.38
09-ene	9.98	11.90	0.03	0.24	99.68	98.14	8.40	12.39
10-ene	9.81	11.74	0.07	0.24	99.35	98.12	8.40	12.19
11-ene	9.85	11.87	0.03	0.28	99.68	97.88	8.20	12.59
12-ene	8.28	12.53	0.21	0.10	97.74	99.23	6.99	12.20
13-ene	11.80	13.46	0.00	0.24	100.00	98.35	10.60	14.19
14-ene	11.93	13.74	0.03	0.14	99.73	99.07	11.00	13.80
15-ene	12.63	12.60	0.00	0.03	100.00	99.74	11.60	11.80
16-ene	12.13	13.81	0.00	0.07	100.00	99.53	11.00	13.40
17-ene	12.10	12.60	0.03	0.03	99.73	99.74	11.20	11.80
18-ene	11.65	13.12	0.00	0.03	100.00	99.75	10.40	12.40
19-ene	12.28	13.64	0.02	0.24	99.87	98.37	11.30	14.39
20-ene	12.26	13.96	0.03	0.10	99.74	99.31	11.40	13.80
21-ene	12.77	13.66	0.03	0.03	99.75	99.76	12.00	13.00
22-ene	12.46	13.12	0.00	0.03	100.00	99.75	11.40	12.40
23-ene	12.20	13.30	0.02	0.03	99.87	99.76	11.20	12.60
24-ene	11.93	13.66	0.03	0.03	99.73	99.76	11.00	13.00
25-ene	12.77	13.96	0.03	0.10	99.75	99.31	12.00	13.80
26-ene	12.20	14.90	0.10	0.14	99.21	99.14	11.80	15.00
27-ene	13.84	15.57	0.03	0.07	99.77	99.58	13.20	15.20
28-ene	13.38	14.22	0.14	0.03	99.04	99.77	13.40	13.60
29-ene	13.33	13.63	0.00	0.07	100.00	99.53	12.40	13.20
30-ene	12.06	14.34	0.07	0.10	99.47	99.33	11.40	14.20
31-ene	12.13	14.67	0.00	0.17	100.00	98.91	11.00	15.00

Fuente: Propia

## Datos de agua colectada en las mallas atrapanieblas

Tabla N°38. Datos malla Raschel – noviembre de 2018

<b>Malla Raschel (24 m<sup>2</sup>)</b>					
<b>Día - mes 2018</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
<b>01-nov</b>	8.2	8.2	0.72	59.14	59.14
<b>02-nov</b>	32.2	24.0	0.72	233.04	173.90
<b>03-nov</b>	43.7	11.5	0.72	316.51	83.47
<b>04-nov</b>	50.9	7.2	0.72	368.35	51.84
<b>05-nov</b>	57.2	6.4	0.72	414.34	45.98
<b>06-nov</b>	63.3	6.0	0.72	457.92	43.58
<b>07-nov</b>	76.4	13.1	0.72	552.77	94.85
<b>08-nov</b>	48.2	48.2	0.72	901.73	348.96
<b>09-nov</b>	70.8	70.8	0.72	1414.46	512.74
<b>10-nov</b>	7.8	7.8	0.72	1470.72	56.26
<b>11-nov</b>	45.4	37.6	0.72	1742.88	272.16
<b>12-nov</b>	55.7	10.3	0.72	1817.28	74.40
<b>13-nov</b>	73.9	18.2	0.72	1949.38	132.10
<b>14-nov</b>	25.6	25.6	0.72	2134.85	185.47
<b>15-nov</b>	35.0	9.4	0.72	2202.53	67.68
<b>16-nov</b>	47.5	12.5	0.72	2293.15	90.62
<b>17-nov</b>	53.4	5.9	0.72	2335.87	42.72
<b>18-nov</b>	62.7	9.3	0.72	2402.98	67.10
<b>19-nov</b>	41.0	41.0	0.72	2699.62	296.64
<b>20-nov</b>	23.2	23.2	0.72	2867.76	168.14
<b>21-nov</b>	47.8	24.6	0.72	3045.89	178.13
<b>22-nov</b>	50.7	50.7	0.72	3412.80	366.91
<b>23-nov</b>	8.8	8.8	0.72	3476.16	63.36
<b>24-nov</b>	14.9	6.1	0.72	3520.51	44.35
<b>25-nov</b>	20.8	5.9	0.72	3563.47	42.96
<b>26-nov</b>	40.2	19.4	0.72	3704.02	140.54
<b>27-nov</b>	46.6	6.4	0.72	3750.19	46.18
<b>28-nov</b>	52.4	5.8	0.72	3792.14	41.95
<b>29-nov</b>	57.0	4.6	0.72	3825.22	33.07
<b>30-nov</b>	63.0	6.0	0.72	3868.99	43.78

Fuente: Toma de datos in situ

Tabla N°39. Datos malla mosquitero – noviembre de 2018

<b>Malla Mosquitero (24 m2)</b>					
<b>Día - mes 2018</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
<b>01-nov</b>	8.6	8.6	0.72	62.40	62.40
<b>02-nov</b>	32.8	24.2	0.72	237.57	175.17
<b>03-nov</b>	44.5	11.7	0.72	322.38	84.81
<b>04-nov</b>	52.0	7.4	0.72	376.22	53.84
<b>05-nov</b>	58.9	6.9	0.72	426.14	49.92
<b>06-nov</b>	65.4	6.6	0.72	473.56	47.42
<b>07-nov</b>	78.8	13.4	0.72	570.41	96.84
<b>08-nov</b>	48.5	48.5	0.72	921.19	350.78
<b>09-nov</b>	71.1	71.1	0.72	1435.63	514.44
<b>10-nov</b>	8.0	8.0	0.72	1493.59	57.96
<b>11-nov</b>	45.7	37.7	0.72	1766.69	273.10
<b>12-nov</b>	56.1	10.4	0.72	1842.01	75.32
<b>13-nov</b>	74.7	18.5	0.72	1976.19	134.18
<b>14-nov</b>	100.5	25.8	0.72	2163.01	186.82
<b>15-nov</b>	9.6	9.6	0.72	2232.33	69.32
<b>16-nov</b>	22.4	12.8	0.72	2324.95	92.62
<b>17-nov</b>	28.5	6.1	0.72	2369.25	44.29
<b>18-nov</b>	38.1	9.6	0.72	2438.63	69.38
<b>19-nov</b>	79.3	41.2	0.72	2737.17	298.54
<b>20-nov</b>	23.4	23.4	0.72	2906.74	169.57
<b>21-nov</b>	48.3	24.8	0.72	3086.59	179.85
<b>22-nov</b>	99.2	50.9	0.72	3455.19	368.60
<b>23-nov</b>	9.0	9.0	0.72	3520.19	65.00
<b>24-nov</b>	15.4	6.5	0.72	3566.92	46.73
<b>25-nov</b>	21.5	6.1	0.72	3611.16	44.24
<b>26-nov</b>	41.2	19.6	0.72	3753.17	142.01
<b>27-nov</b>	48.1	7.0	0.72	3803.59	50.42
<b>28-nov</b>	53.8	5.7	0.72	3844.82	41.23
<b>29-nov</b>	58.9	5.1	0.72	3881.51	36.69
<b>30-nov</b>	65.5	6.6	0.72	3928.94	47.42

Fuente: Toma de datos in situ

Tabla N°40. Datos malla metálica – noviembre de 2018

<b>Malla Metálica (24 m2)</b>					
<b>Día - mes 2018</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
<b>01-nov</b>	8.8	8.8	0.72	64.05	64.05
<b>02-nov</b>	33.1	24.3	0.72	239.64	175.60
<b>03-nov</b>	45.0	11.9	0.72	325.58	85.94
<b>04-nov</b>	52.6	7.6	0.72	380.95	55.37
<b>05-nov</b>	59.5	6.9	0.72	430.67	49.72
<b>06-nov</b>	66.3	6.8	0.72	479.56	48.89
<b>07-nov</b>	79.8	13.6	0.72	577.72	98.16
<b>08-nov</b>	48.7	48.7	0.72	930.04	352.32
<b>09-nov</b>	71.3	71.3	0.72	1446.11	516.07
<b>10-nov</b>	8.2	8.2	0.72	1505.50	59.38
<b>11-nov</b>	46.1	37.9	0.72	1780.02	274.53
<b>12-nov</b>	56.7	10.6	0.72	1856.60	76.58
<b>13-nov</b>	75.4	18.7	0.72	1992.20	135.60
<b>14-nov</b>	101.5	26.0	0.72	2180.46	188.26
<b>15-nov</b>	9.7	9.7	0.72	2250.86	70.39
<b>16-nov</b>	22.7	13.0	0.72	2344.80	93.94
<b>17-nov</b>	29.0	6.3	0.72	2390.16	45.36
<b>18-nov</b>	38.7	9.7	0.72	2460.65	70.49
<b>19-nov</b>	80.2	41.4	0.72	2760.62	299.97
<b>20-nov</b>	23.6	23.6	0.72	2931.26	170.64
<b>21-nov</b>	48.6	25.0	0.72	3112.34	181.08
<b>22-nov</b>	51.2	51.2	0.72	3482.66	370.32
<b>23-nov</b>	60.4	9.3	0.72	3549.76	67.10
<b>24-nov</b>	67.0	6.6	0.72	3597.22	47.46
<b>25-nov</b>	73.2	6.3	0.72	3642.47	45.26
<b>26-nov</b>	93.0	19.8	0.72	3785.70	143.23
<b>27-nov</b>	6.4	6.4	0.72	3832.03	46.33
<b>28-nov</b>	12.7	6.3	0.72	3877.95	45.92
<b>29-nov</b>	17.7	4.9	0.72	3913.69	35.75
<b>30-nov</b>	24.2	6.5	0.72	3960.94	47.25

Fuente: Toma de datos in situ

Tabla N°41. Datos malla raschel – diciembre de 2018

<b>Malla raschel (24 m2)</b>					
<b>Día - mes 2018</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
<b>01-dic</b>	69.0	6.0	0.72	43.20	43.20
<b>02-dic</b>	78.3	9.3	0.72	110.69	67.49
<b>03-dic</b>	5.8	5.8	0.72	152.83	42.14
<b>04-dic</b>	12.7	6.8	0.72	202.32	49.49
<b>05-dic</b>	19.8	7.2	0.72	254.11	51.79
<b>06-dic</b>	25.9	6.1	0.72	298.18	44.06
<b>07-dic</b>	36.5	10.6	0.72	375.17	76.99
<b>08-dic</b>	44.8	8.3	0.72	435.31	60.14
<b>09-dic</b>	54.5	9.7	0.72	505.20	69.89
<b>10-dic</b>	64.2	9.7	0.72	575.47	70.27
<b>11-dic</b>	75.0	10.8	0.72	653.90	78.43
<b>12-dic</b>	8.2	8.2	0.72	713.14	59.23
<b>13-dic</b>	16.4	8.2	0.72	772.56	59.42
<b>14-dic</b>	33.3	16.9	0.72	894.91	122.35
<b>15-dic</b>	51.2	17.9	0.72	1024.46	129.55
<b>16-dic</b>	72.7	21.6	0.72	1180.46	156.00
<b>17-dic</b>	77.6	4.9	0.72	1215.70	35.23
<b>18-dic</b>	85.3	7.7	0.72	1271.09	55.39
<b>19-dic</b>	15.9	15.9	0.72	1386.34	115.25
<b>20-dic</b>	70.3	54.4	0.72	1780.03	393.70
<b>21-dic</b>	10.1	10.1	0.72	1852.99	72.96
<b>22-dic</b>	29.9	19.8	0.72	1996.51	143.52
<b>23-dic</b>	39.0	9.1	0.72	2062.22	65.71
<b>24-dic</b>	49.2	10.2	0.72	2136.14	73.92
<b>25-dic</b>	55.0	5.8	0.72	2178.36	42.22
<b>26-dic</b>	81.3	26.3	0.72	2368.39	190.03
<b>27-dic</b>	11.7	11.7	0.72	2453.06	84.67
<b>28-dic</b>	23.4	11.7	0.72	2537.45	84.38
<b>29-dic</b>	31.5	8.2	0.72	2596.63	59.18
<b>30-dic</b>	43.1	11.5	0.72	2680.10	83.47
<b>31-dic</b>	53.2	10.1	0.72	2753.50	73.39

Fuente: Toma de datos in situ

Tabla N°42. Datos malla mosquitero – diciembre de 2018

<b>Malla Mosquitero (24 m2)</b>					
<b>Día - mes 2018</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
01-dic	71.4	6.0	0.72	43.13	43.13
02-dic	7.7	7.7	0.72	99.09	55.96
03-dic	13.8	6.0	0.72	142.82	43.73
04-dic	21.2	7.4	0.72	196.68	53.86
05-dic	28.6	7.4	0.72	250.10	53.41
06-dic	35.0	6.5	0.72	296.82	46.73
07-dic	46.1	11.1	0.72	377.15	80.33
08-dic	54.7	8.6	0.72	439.40	62.25
09-dic	65.0	10.3	0.72	513.88	74.48
10-dic	75.3	10.3	0.72	588.16	74.28
11-dic	86.3	11.0	0.72	668.04	79.88
12-dic	8.4	8.4	0.72	729.19	61.14
13-dic	17.2	8.7	0.72	792.18	63.00
14-dic	34.5	17.4	0.72	917.94	125.76
15-dic	52.8	18.3	0.72	1050.06	132.12
16-dic	74.6	21.8	0.72	1208.04	157.98
17-dic	79.8	5.2	0.72	1245.38	37.34
18-dic	87.7	7.9	0.72	1302.50	57.12
19-dic	16.1	16.1	0.72	1419.14	116.64
20-dic	70.8	54.7	0.72	1814.76	395.62
21-dic	81.3	10.5	0.72	1890.87	76.11
22-dic	20.1	20.1	0.72	2036.33	145.46
23-dic	29.4	9.3	0.72	2103.47	67.14
24-dic	39.9	10.6	0.72	2179.94	76.48
25-dic	46.0	6.1	0.72	2223.92	43.98
26-dic	72.6	26.5	0.72	2416.07	192.15
27-dic	84.8	12.3	0.72	2504.76	88.68
28-dic	96.7	11.9	0.72	2590.97	86.22
29-dic	8.4	8.4	0.72	2651.85	60.88
30-dic	20.3	11.9	0.72	2737.89	86.04
31-dic	30.6	10.3	0.72	2812.26	74.37

Fuente: Toma de datos in situ

Tabla N°43. Datos malla metálica – diciembre de 2018

<b>Malla Metálica (24 m<sup>2</sup>)</b>					
<b>Día - mes 2018</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
<b>01-dic</b>	30.6	6.4	0.72	46.53	46.53
<b>02-dic</b>	39.8	9.1	0.72	112.58	66.05
<b>03-dic</b>	46.6	6.8	0.72	161.89	49.31
<b>04-dic</b>	54.1	7.6	0.72	216.69	54.80
<b>05-dic</b>	61.7	7.6	0.72	271.64	54.96
<b>06-dic</b>	68.3	6.5	0.72	318.89	47.25
<b>07-dic</b>	80.2	12.0	0.72	405.40	86.50
<b>08-dic</b>	89.1	8.9	0.72	469.75	64.35
<b>09-dic</b>	10.5	10.5	0.72	545.56	75.81
<b>10-dic</b>	21.3	10.8	0.72	623.83	78.27
<b>11-dic</b>	32.8	11.5	0.72	707.25	83.42
<b>12-dic</b>	41.5	8.6	0.72	769.82	62.57
<b>13-dic</b>	50.3	8.9	0.72	834.02	64.20
<b>14-dic</b>	68.0	17.7	0.72	961.89	127.87
<b>15-dic</b>	86.5	18.5	0.72	1095.67	133.78
<b>16-dic</b>	21.8	21.8	0.72	1253.69	158.02
<b>17-dic</b>	27.2	5.3	0.72	1292.26	38.57
<b>18-dic</b>	35.2	8.0	0.72	1350.11	57.84
<b>19-dic</b>	51.4	16.3	0.72	1467.88	117.77
<b>20-dic</b>	106.3	54.9	0.72	1864.94	397.06
<b>21-dic</b>	10.7	10.7	0.72	1942.10	77.16
<b>22-dic</b>	31.0	20.3	0.72	2089.32	147.22
<b>23-dic</b>	40.4	9.4	0.72	2157.46	68.14
<b>24-dic</b>	51.3	10.9	0.72	2236.56	79.09
<b>25-dic</b>	57.6	6.3	0.72	2281.81	45.25
<b>26-dic</b>	84.4	26.8	0.72	2475.76	193.95
<b>27-dic</b>	96.8	12.4	0.72	2565.56	89.80
<b>28-dic</b>	12.1	12.1	0.72	2653.33	87.77
<b>29-dic</b>	20.7	8.5	0.72	2715.04	61.71
<b>30-dic</b>	32.8	12.1	0.72	2802.74	87.70
<b>31-dic</b>	43.5	10.7	0.72	2880.47	77.72

Fuente: Toma de datos in situ

Tabla N°44. Datos malla Raschell – enero de 2019

<b>Malla Raschell (24 m<sup>2</sup>)</b>					
<b>Día - mes 2019</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
<b>01-ene</b>	62.8	9.6	0.72	69.31	69.31
<b>02-ene</b>	72.9	10.1	0.72	142.66	73.34
<b>03-ene</b>	81.0	8.1	0.72	201.55	58.90
<b>04-ene</b>	30.5	30.5	0.72	422.26	220.70
<b>05-ene</b>	47.0	16.5	0.72	541.92	119.66
<b>06-ene</b>	56.6	9.5	0.72	610.99	69.07
<b>07-ene</b>	64.1	7.5	0.72	665.62	54.62
<b>08-ene</b>	70.7	6.6	0.72	713.23	47.62
<b>09-ene</b>	79.1	8.4	0.72	773.81	60.58
<b>10-ene</b>	8.4	8.4	0.72	834.53	60.72
<b>11-ene</b>	15.2	6.8	0.72	884.06	49.54
<b>12-ene</b>	51.6	36.4	0.72	1147.58	263.52
<b>13-ene</b>	59.7	8.0	0.72	1205.71	58.13
<b>14-ene</b>	67.6	8.0	0.72	1263.41	57.70
<b>15-ene</b>	96.4	28.7	0.72	1471.44	208.03
<b>16-ene</b>	23.8	23.8	0.72	1643.86	172.42
<b>17-ene</b>	43.4	19.6	0.72	1785.94	142.08
<b>18-ene</b>	66.8	23.4	0.72	1955.09	169.15
<b>19-ene</b>	84.5	17.7	0.72	2082.96	127.87
<b>20-ene</b>	8.2	8.2	0.72	2142.38	59.42
<b>21-ene</b>	18.1	9.9	0.72	2214.19	71.81
<b>22-ene</b>	28.6	10.5	0.72	2290.13	75.94
<b>23-ene</b>	40.8	12.2	0.72	2378.54	88.42
<b>24-ene</b>	61.9	21.1	0.72	2530.99	152.45
<b>25-ene</b>	77.1	15.2	0.72	2640.67	109.68
<b>26-ene</b>	86.7	9.6	0.72	2710.18	69.50
<b>27-ene</b>	23.8	23.8	0.72	2882.45	172.27
<b>28-ene</b>	55.7	31.9	0.72	3113.42	230.98
<b>29-ene</b>	56.8	56.8	0.72	3524.30	410.88
<b>30-ene</b>	61.7	4.9	0.72	3559.87	35.57
<b>31-ene</b>	68.3	6.6	0.72	3607.87	48.00

Fuente: Toma de datos in situ



Tabla N°45. Datos malla mosquitero – enero de 2019

<b>Malla Mosquitero (24 m<sup>2</sup>)</b>					
<b>Día - mes 2019</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
01-ene	41.2	10.6	0.72	76.68	76.68
02-ene	51.6	10.5	0.72	152.36	75.68
03-ene	60.0	8.4	0.72	212.89	60.53
04-ene	90.7	30.7	0.72	435.41	222.52
05-ene	16.6	16.6	0.72	555.82	120.41
06-ene	26.3	9.7	0.72	626.11	70.29
07-ene	34.2	7.8	0.72	682.73	56.62
08-ene	40.7	6.5	0.72	729.65	46.92
09-ene	48.9	8.3	0.72	789.66	60.00
10-ene	57.5	8.6	0.72	851.61	61.95
11-ene	64.1	6.6	0.72	899.13	47.52
12-ene	100.7	36.6	0.72	1164.35	265.22
13-ene	8.8	8.8	0.72	1227.80	63.45
14-ene	17.4	8.6	0.72	1290.20	62.40
15-ene	46.4	29.0	0.72	1500.36	210.16
16-ene	70.6	24.2	0.72	1675.24	174.88
17-ene	90.6	20.0	0.72	1819.87	144.63
18-ene	23.7	23.7	0.72	1991.47	171.60
19-ene	42.1	18.4	0.72	2124.63	133.16
20-ene	50.6	8.5	0.72	2186.14	61.50
21-ene	60.9	10.3	0.72	2260.62	74.48
22-ene	71.8	10.9	0.72	2339.82	79.20
23-ene	84.3	12.5	0.72	2430.14	90.32
24-ene	21.3	21.3	0.72	2584.55	154.41
25-ene	36.8	15.5	0.72	2696.45	111.90
26-ene	46.8	10.0	0.72	2768.72	72.27
27-ene	70.8	24.0	0.72	2942.51	173.79
28-ene	32.2	32.2	0.72	3175.75	233.24
29-ene	89.2	57.0	0.72	3588.45	412.70
30-ene	94.3	5.1	0.72	3625.29	36.84
31-ene	101.3	7.0	0.72	3675.71	50.42

Fuente: Toma de datos in situ

Tabla N°46. Datos malla metálica – enero de 2019

<b>Malla Metálica (24 m<sup>2</sup>)</b>					
<b>Día - mes 2019</b>	<b>Profundidad medida (cm)</b>	<b>Profundidad diaria (cm)</b>	<b>Área interna del tanque (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen acumulado (L)</b>	<b>Volumen diario (L)</b>
01-ene	53.8	10.3	0.72	74.78	74.78
02-ene	64.6	10.7	0.72	152.44	77.66
03-ene	73.1	8.5	0.72	214.00	61.56
04-ene	30.9	30.9	0.72	437.95	223.95
05-ene	47.7	16.8	0.72	559.58	121.63
06-ene	57.6	9.9	0.72	631.03	71.45
07-ene	65.5	7.8	0.72	687.85	56.81
08-ene	72.3	6.8	0.72	737.26	49.41
09-ene	81.3	9.0	0.72	802.23	64.97
10-ene	8.8	8.8	0.72	866.12	63.89
11-ene	16.4	7.5	0.72	920.76	54.65
12-ene	53.3	36.9	0.72	1187.82	267.05
13-ene	61.8	8.5	0.72	1249.40	61.58
14-ene	70.4	8.6	0.72	1311.44	62.04
15-ene	99.6	29.2	0.72	1522.85	211.41
16-ene	24.8	24.8	0.72	1702.33	179.48
17-ene	45.0	20.2	0.72	1848.61	146.28
18-ene	68.9	23.9	0.72	2021.43	172.82
19-ene	87.2	18.3	0.72	2154.01	132.59
20-ene	96.0	8.8	0.72	2217.44	63.43
21-ene	10.5	10.5	0.72	2293.66	76.22
22-ene	21.8	11.3	0.72	2375.43	81.77
23-ene	34.7	12.9	0.72	2468.93	93.50
24-ene	56.3	21.6	0.72	2625.14	156.21
25-ene	71.9	15.6	0.72	2737.89	112.75
26-ene	82.2	10.2	0.72	2812.07	74.18
27-ene	24.1	24.1	0.72	2986.82	174.76
28-ene	56.5	32.4	0.72	3221.37	234.55
29-ene	57.2	57.2	0.72	3635.20	413.83
30-ene	62.4	5.2	0.72	3673.05	37.85
31-ene	69.4	7.0	0.72	3723.59	50.54

Fuente: Toma de datos in situ

## FIGURAS



Figura N°16. Armado de la malla raschel en los parantes metálicos.



Figura N°17. Proceso de unión de franjas de malla metálica.



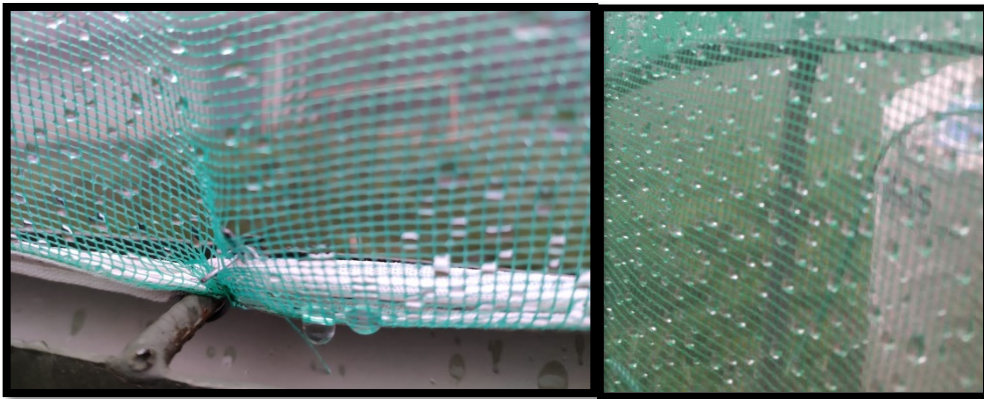
Figura N°18. Malla Mosquitero a la izquierda y Malla raschel a la derecha.  
Proceso de fijación y colocación de manguera en canaleta.



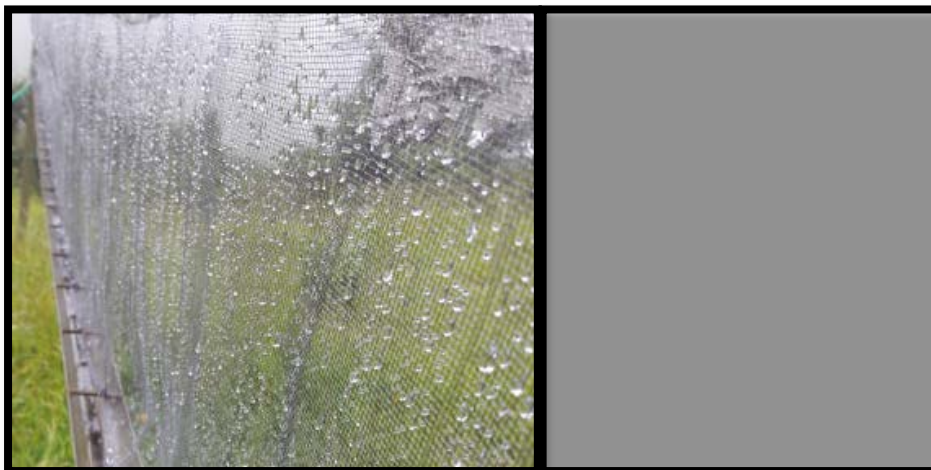
*Figura N°19. Se muestra el izado de la malla metálica.*



*Figura N°20.* Eficiencia de captación de la malla raschel.



*Figura N°21.* Eficiencia de captación de la malla mosquitero.



*Figura N°22.* Eficiencia de malla Metálica.



*Figura N°23.* Tanque de almacenamiento de agua proveniente del atrapanieblas.



*Figura N°24.* Estación meteorológica semiautomática Davis PRO2.





Figura N° 25. Condiciones del clima en el C.P. La Palma – Chota (derecha). Se puede apreciar en la figura izquierda, al proyectista que ha captado las gotas de agua provenientes de las nieblas y neblinas en el parabrisas del casco.



Figura N°26. Uso de acémilas por madres de familia para el transporte de galoneras con agua hacia sus domicilios.



Figura N°28. Uso de galoneras de aceite para llevar agua en acémila.



Figura N° 27. En casa de rondas donde se consultó la cantidad de agua que usan los pobladores en su uso diario.