



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“CAPTACIÓN DE AGUA DE NIEBLA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD PARA
CONSUMO HUMANO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LEANDRA
ORTEGA, PACHACÚTEC - VENTANILLA, 2016”**

Tesis para optar el título de:
INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:
Lisset Vanessa Pérez Cateriano

Asesor:
Betty Peña Orocaja

Lima – Perú
2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 07 de febrero de 2019.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: MSc. Wilfredo Celestino Baldeon Quispe
Integrante: Mg. Guillermo Gonzalo Lazo Alatriza
Integrante: Ing. Roxana Yanett Díaz Vega

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

CAPTACIÓN DE AGUA DE NIEBLA Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD PARA CONSUMO HUMANO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LEANDRA ORTEGA, PACHACÚTEC - VENTANILLA, 2016

Presentada por la Bachiller:

- Lisset Vanessa Pérez Cateriano

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental

Asesorada por:

- Ing. Betty Soledad Peña Orocaja

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la Bachiller en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

Integrante 1: LISSET VANESSA PEREZ CATERIANO	Nota (escrito): DIECISEIS
Aprobado (<input type="checkbox"/>)	Aprobado - Muy buena (<input checked="" type="checkbox"/>)
Aprobado - Sobresaliente (<input type="checkbox"/>)	Desaprobado (<input type="checkbox"/>)

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Presidente del Jurado


Miembro del Jurado


Miembro del Jurado


Asesor

DEDICATORIA

A mi padre Víctor, hombre sabio y paciente, por compartir conmigo su valioso tiempo. A mi madre Noelia, por enseñarme que con constancia y coraje, todo es posible. A Noelia y Víctor, mis hermanos, por su gran ejemplo de profesionalismo y por inculcarme desde siempre las ganas de ser cada vez mejor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos por su constante apoyo durante todo este tiempo, que me permitió mantener siempre el interés para desarrollar mi investigación. A mi asesora, Betty Peña, quien me guio y orientó en el transcurso de este proceso. A la Consultora SUMPA, por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto. Y, por último, a todos los que me animaron a culminar esta larga etapa.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	19
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
III. MARCO TEÓRICO.....	24
1. Niebla:.....	24
2. Factores que posibilitan la formación de niebla en la costa peruana:.....	25
3. Clasificación de la niebla según su origen:.....	26
3.1. Nieblas de evaporación:.....	26
3.2. Nieblas por enfriamiento:.....	28
4. Captación de agua de la niebla:.....	30
5. Neblinómetro:.....	33
5.1. Malla Raschel:.....	35
6. Calidad de Agua:.....	36
6.1. Parámetros físico-químicos del agua:	37
6.2. Parámetros microbiológicos:	40
7. Agua para consumo humano y Normatividad en el Perú:.....	41
IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS Y DE LA INVESTIGACIÓN	43
1. Objetivos:	43
1.1 Objetivo General:.....	43
1.2 Objetivos específicos:	43

2. Hipótesis:	44
2.1 <i>Hipótesis General:</i>	44
2.2 <i>Hipótesis específicas:</i>	44
V. METODOLOGÍA Y MATERIALES	45
1. Materiales:.....	45
2. Área de estudio:.....	46
2.1. <i>Descripción general:</i>	46
2.2. <i>Descripción específica:</i>	47
2.3. <i>Aspectos climatológicos:</i>	49
a) <i>Temperatura:</i>	50
b) <i>Precipitación pluvial:</i>	50
c) <i>Humedad Relativa:</i>	51
d) <i>Dirección y velocidad del viento:</i>	51
3. Metodología:.....	54
3.1. <i>Diseño del neblinómetro:</i>	54
3.2. <i>Ubicación de los neblinómetros:</i>	56
3.3. <i>Cuantificación del agua de niebla</i>	57
3.4. <i>Caracterización de la calidad del agua de niebla</i>	59
VI. RESULTADOS.....	62
VII. DISCUSIÓN.....	75
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
1. Conclusiones:	86

2. Recomendaciones:.....	87
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
X. GLOSARIO.....	99
1. Niebla:.....	99
2. Captación de agua de niebla:	99
3. Neblinómetro:	99
4. Calidad de agua:	100
XI. ANEXOS	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa ubicación del Asentamiento Humano Leandra Ortega Espinoza.....	47
Figura 2: Rosa de vientos – estación otoño	53
Figura 3: Rosa de vientos – estación invierno	54
Figura 4: Rosa de vientos – estación primavera	54
Figura 5. Diseño del neblinómetro propuesto	56
Figura 6. Volumen de agua captado en dirección sur durante junio a noviembre de 2016.....	65
Figura 7. Volumen de agua captado en dirección suroeste durante junio a noviembre de 2016.....	66
Figura 8. Volumen de agua captado en dirección oeste durante junio a noviembre de 2016.....	68
Figura 9. Valores de turbiedad del agua captada de julio a setiembre de 2016 y límite máximo permisible.....	71
Figura 10. Valores de pH del agua captada de julio a setiembre de 2016 y límite máximo permisible.....	72
Figura 11. Valores de conductividad eléctrica del agua captada de julio a setiembre de 2016 y límite máximo permisible.....	72
Figura 12. Unidades formadoras de colonias de coliformes totales por cada 100 ml.....	74
Figura 13. Unidades formadoras de colonias de coliformes fecales por cada 100 ml.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Velocidad (m/s) y dirección promedio del viento.....	52
Tabla 2: Parámetros obligatorios de calidad organoléptica y microbiológica analizados en el agua de niebla.....	62
Tabla 3: Volumen de agua captado en dirección sur durante los meses de junio-noviembre de 2016.	64
Tabla 4: Volumen de agua captado en dirección suroeste durante los meses de junio-noviembre de 2016	65
Tabla 5: Volumen de agua captado en dirección oeste durante los meses de junio-noviembre de 2016	67
Tabla 6: Comparación del volumen captado según la dirección del viento durante los meses de junio a noviembre de 2016	69
Tabla 7: Propiedades físico-químicas del agua captada en los meses de julio a setiembre de 2016.....	70
Tabla 8: Datos microbiológicos del agua captada en los meses de julio a setiembre de 2016	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato utilizado para anotar resultados.....	101
Anexo 2. Prueba de normalidad de la captación del agua según la dirección y los meses de recolección junio a noviembre 2016.....	102
Anexo 3. Prueba de normalidad de la captación del agua según la dirección del viento.....	103
Anexo 4. Relación volumen captado de agua con Temperatura.....	104
Anexo 5. Relación volumen captado de agua con Humedad.....	106
Anexo 6. Dispersión volumen captado en dirección sur, suroeste y oeste	108
Anexo 7. Relación turbiedad y coliformes fecales	109
Anexo 8. Registros fotográficos.	110
Anexo 9. Resultados de Laboratorio	114
Anexo 10. Matriz Cadena de custodia.	120

RESUMEN

El presente estudio permitió realizar una evaluación sobre la cantidad de agua captada de la niebla haciendo uso de un sistema denominado “neblinómetro”, así como, conocer su calidad para consumo humano. El área en el cual se realizó el estudio corresponde al Asentamiento Humano Leandra Ortega Espinoza, en la ciudad de Pachacútec, en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima.

Los neblinómetros utilizados están basados en el diseño SFC (Standard Fog Collect) diseñado por Schmenauer y Cereceda en 1994, el cual consiste en dos postes de madera enterrados aproximadamente 50cm para darle la estabilidad requerida, separados a 1 m de distancia. Dichos postes fueron recubiertos por una malla Raschel en doble paño de 35% de cubierta o sombra con una dimensión de 1 metro de ancho por 1 metro de largo, colocada a 2 metro del nivel del suelo. En el parte inferior de dicha malla se colocó una canaleja de aluminio cuya función fue recibir el agua interceptada por la malla, y fueron conducidas por ayuda de una manguera a un balde de 20 litros de capacidad, el cual contiene una jarra plástica de 3 litros que sirvió para el almacenamiento del agua captada.

Se instalaron tres neblinómetros separados a 1.5 metros, orientados en tres direcciones distintas con el fin de captar los vientos provenientes del sur, oeste y del suroeste. La finalidad de ello fue validar la dirección del viento predominante.

Para medir la cantidad de agua de niebla captada se realizaron registros diarios del agua colectada durante los seis meses de estudio (junio-noviembre), a las 9:00 am. Para la caracterización de los parámetros de calidad organoléptica se siguió el protocolo establecido en el manual del multiparámetro y del turbidímetro que fueron utilizados y, finalmente, para los datos microbiológicos se respetó el protocolo establecido por el laboratorio.

Al comparar el volumen de agua promedio según la dirección del viento, los resultados mostraron diferencias no significativas entre el volumen recaudado promedio en los todos los meses ($p > 0.05$) con excepción de setiembre ($p = 0.016$).

Respecto de la calidad del agua captada, se comparó los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio con los límites máximos permisibles, según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Con relación a la turbiedad, se encontró que de los 12 datos obtenidos, sólo el dato del 24 de agosto se obtuvo un valor dentro de lo permitido, los demás valores superaron el límite máximo permisible (≤ 5 NTU). En efecto, en julio se obtuvieron valores entre 31.4 NTU y 38.70 NTU, en agosto entre 4.45 NTU y 70.5 NTU y en setiembre valores entre 7.77 NTU y 24.5 NTU.

Respecto del pH, al comparar los resultados con el límite máximo permisible (6.5-8.5), se obtuvo que sólo en julio los valores estuvieran dentro del rango, mientras que en agosto y setiembre fueron por debajo del valor promedio.

En cuanto a la conductividad eléctrica, los valores fluctuaron entre 2.94 us/cm y 912.6 us/cm. Todos los valores fueron menores a la conductividad máxima permisible (≤ 1500 us/cm).

Los resultados de los parámetros microbiológicos demostraron que el máximo valor de i) coliformes totales y ii) coliformes fecales fue en agosto, arrojando 11000 NMP/100ml y de 49 NMP/100ml, respectivamente.

Cabe indicar que los resultados obtenidos demuestran que las cantidades de coliformes sobrepasan el límite máximo permisible. Con relación a los coliformes fecales, sólo en julio y setiembre se registraron valores menores al límite máximo permisible de ≤ 1.8 /100ml.

Las variaciones encontradas en los volúmenes de agua captada se deben a las características climáticas de la zona: la temperatura y la humedad. Los meses donde se captó mayores volúmenes de agua fueron en junio y julio, lo cual puede explicarse debido a que la temperatura se incrementa mientras nos acercamos a la primavera y verano y la humedad disminuye, generando con ello que la presencia de niebla también disminuya.

Cabe tener presente que las principales causas de contaminación del agua fueron por heces de aves y el polvo en suspensión presente en el sitio de estudio.

Finalmente, captar el agua de la niebla es una opción para la solución de escasez de agua en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, pero no es posible utilizar el agua captada de la niebla de forma directa para consumo humano, requiriéndose algún tipo de tratamiento para purificarla y así salvaguardar la salud de los habitantes.

ABSTRACT

The present study allowed to make an evaluation on the amount of water captured from the fog making use of a system called " fog collertor ", as well as, knowing its quality for human consumption. The area in which the study was conducted corresponds to the Human Settlement Leandra Ortega Espinoza, Pachacútec city, in the district of Ventanilla, Constitutional Province of Callao, department of Lima.

The fog collertor used are based on the SFC (Standard Fog Collect) design designed by Schmenauer and Cereceda in 1994, which consists of two wooden poles buried approximately 50cm to give it the required stability, separated 1 m away. These posts were covered by a Raschel mesh in double cloth of 35% cover or shade with a dimension of 1 meter wide by 1 meter long, placed at 2 meters from the ground level. In the lower part of said mesh was placed an aluminum gutter whose function was to receive the water intercepted by the mesh, and were driven by the help of a hose to a bucket of 20 liters capacity, which contains a plastic jug of 3 liters which served for the storage of captured water.

Three separate fog collertor were installed at 1.5 meters, oriented in three different directions in order to capture the winds coming from the south, west and southwest. The purpose of this was to validate the predominant wind direction.

To measure the amount of mist water collected, daily records of the water collected during the six months of study (June-November) were made at 9:00 a.m. For the characterization of the organoleptic quality parameters, the protocol established in the manual of the multiparameter and the turbidimeter that were used was followed and, finally, for the microbiological data the protocol established by the laboratory was respected.

When comparing the average volume of water according to the direction of the wind, the results showed non-significant differences between the average collected volume in the all months ($p > 0.05$) with the exception of September ($p = 0.016$).

Regarding the quality of the water collected, the results obtained in the laboratory analyzes were compared with the maximum permissible limits, according to the Regulation of Water Quality for Human Consumption, approved by Supreme Decree N ° 031-2010-SA.

Regarding turbidity, it was found that of the 12 data obtained, only the data of August 24 a value was obtained within the allowed, the other values exceeded the maximum permissible limit (≤ 5 NTU). In fact, values between 31.4 NTU and 38.70 NTU were obtained in July, between 4.45 NTU and 70.5 NTU in August and between 7.77 NTU and 24.5 NTU in September.

Regarding the pH, when comparing the results with the maximum permissible limit (6.5-8.5), it was obtained that only in July the values were within the range, while in August and September they were below the average value.

In terms of electrical conductivity, the values fluctuated between 2.94 us / cm and 912.6 us / cm. All values were lower than the maximum allowable conductivity (≤ 1500 us / cm).

The results of the microbiological parameters showed that the maximum value of i) total coliforms and ii) fecal coliforms was in August, yielding 11,000 MPN / 100ml and 49 MPN / 100ml, respectively.

It should be noted that the results obtained show that the amounts of coliforms exceed the maximum permissible limit. In relation to fecal coliforms, only in July and September were values lower than the maximum permissible limit of ≤ 1.8 / 100ml.

The variations found in the volumes of water captured are due to the climatic characteristics of the area: temperature and humidity. The months in which the greatest volumes of water were captured were in June and July, which can be explained by the fact that the temperature increases as we approach spring and summer and the humidity decreases, generating with that the presence of fog also decreases. It should be borne in mind that

the main causes of water contamination were feces of birds and dust in suspension present in the study site.

Finally, capturing water from the fog is an option for the solution of water scarcity in the Human Settlement Leandra Ortega, but it is not possible to use the water captured from the mist directly for human consumption, requiring some kind of treatment to purify it and thus safeguard the health of the inhabitants.

I.INTRODUCCIÓN

El agua es fundamental para la existencia de vida. Sin embargo, uno de los conflictos que afrontamos en la actualidad, es la poca disponibilidad de agua dulce limpia, situación que en un futuro incluso llegará a ser más crítica debido a la creciente demanda, así como, al aumento de la contaminación de los ríos, lagos y arroyos.

La Asamblea General de las Naciones Unidas reconoce que todos tenemos derecho al agua y al saneamiento, siendo ambos indispensables para la vida y la salud, teniendo una relación directa con la mejora en la salud y la economía (ONU, 2010).

Es preciso indicar que la sociedad peruana viene experimentando un crecimiento poblacional desordenado. En las zonas donde la población aumenta, el agua es cada vez más escasa, como lo es en la costa, donde se observa mayor expansión urbana y donde el agua es cada vez más escasa (Muñoz Portugal, 2011).

Este crecimiento desordenado se debe, entre otros aspectos, a la falta de planificación en el ordenamiento territorial. Así mismo, se generan cada vez más asentamientos humanos, estando ubicados en lugares poco accesibles y sin conexiones de agua y desagüe, no contando con el servicio de agua potable. Así, estos pobladores se ven en la necesidad a

buscar diferentes alternativas para satisfacer una de sus necesidades básicas, ya sea comprando agua de camiones cisterna, extracción de agua de los pozos o captando el agua de ríos, niebla, entre otros.

Un ejemplo de esta situación en el Perú es el Asentamiento Humano Leandra Ortega Espinoza, ubicado en Ciudad de Pachacútec, en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima. Esta ciudad surge de las migraciones de los pobladores de la sierra y selva que llegaron a Lima años atrás. Su población se caracteriza por ser de muy bajos recursos económicos (Instituto Geofísico del Perú, 2009). En este asentamiento los pobladores no tienen acceso al servicio de agua y alcantarillado, por lo tanto se debe buscar otra alternativa que permita el acceso al agua de calidad.

Una de estas alternativas que la población puede optar es el aprovechamiento de la presencia de niebla, debido a que este distrito, al estar ubicado en un área denominada de transición ecológica marino costera se caracteriza por la presencia de vientos suaves que, con la Cordillera de la Costa, permite la formación de un área de inversión térmica, que se caracteriza por una humedad elevada y por la presencia de nieblas, dando lugar a los ecosistemas de Lomas de la Costa donde predominan los vientos débiles (Municipalidad distrital de Ventanilla, 2006).

Ante lo expuesto, un mecanismo de solución alternativa debido a la carencia de agua, es la instalación de captadores de niebla o también llamados neblinómetros, mediante los cuales se logra el utilizar la niebla como recurso hídrico.

Estos neblinómetros son usados en una primera etapa, la de estudio, donde se evalúa el potencial de captar agua en el lugar. Posteriormente, cuando los registros son significativos, se implementan los “atrapanieblas”, que son instrumentos de mayor tamaño para captar agua a mayor escala.

Captar agua de la niebla no es un recurso a gran medida, pero en poblaciones pequeñas podría ser una medida eficaz para la escasez de agua (Soriano, 2015).

Por lo tanto, el objetivo del presente proyecto fue evaluar la captación de agua de niebla y determinar su calidad para consumo humano. Se pretende dar una solución a la falta del recurso hídrico que sea apto para el consumo humano por medio de la captación de agua de niebla, y así darles calidad de vida a los pobladores del Asentamiento Humano Leandra Ortega Espinoza.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acceso al servicio de agua y alcantarillado es una de las necesidades básicas de la sociedad. La ausencia de este servicio puede ser vinculado, principalmente, al rápido y desordenado crecimiento de la población y su urbanización, la dificultad de las conexiones de agua, entre otras razones (Ávila G., 2002).

Un ejemplo claro de esta situación en el Perú es el Asentamiento Humano Leandra Ortega, ubicado en la ciudad Pachacútec, distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima, el cual no cuenta con el referido servicio básico, obligándose los pobladores a utilizar como fuente de abastecimiento de agua el suministro a través de camiones cisternas (INEI, 2015),

Es importante señalar que, el costo de adquirir agua de los camiones cisternas es hasta 12 veces superior al costo del suministro regular del servicio que brinda SEDAPAL (El Comercio, 2013). A ello, cabe agregar que el abastecimiento de agua con cisternas no garantiza agua de calidad requerida para el consumo humano.

Frente a ese contexto, resulta de imperiosa la necesidad de buscar otra alternativa que permita el acceso al agua de calidad con un costo asequible para la población, siendo una opción el aprovechamiento de la presencia de neblina, toda vez que el distrito de Ventanilla al estar ubicado en la zona de

transición ecológica marino-continental, se caracteriza por la influencia de la brisa marina húmeda que conjuntamente con la Cordillera Costanera forma una Zona Atmosférica de Inversión Térmica, que se caracteriza a su vez por una alta humedad y presencia de nieblas invernales persistentes, dando lugar a los ecosistemas de Lomas Costaneras (Municipalidad Distrital de Ventanilla, 2006).

Ante lo expuesto, un mecanismo de solución alternativa a la dificultad expuesta son los captadores de niebla o neblinómetros, mediante los que se logra el aprovechamiento de la niebla como fuente de agua.

Por lo tanto, el objetivo es solucionar la escasez de agua en el citado asentamiento, a través de la implementación de neblinómetros para captar el agua de la niebla y así mejorar la calidad de vida de los pobladores.

III. MARCO TEÓRICO

1. Niebla:

Es un fenómeno meteorológico, que se caracteriza por la suspensión de gotas de agua y/o hielo sólido de reducido tamaño en la atmósfera, la cual disminuye la visibilidad hasta 1 kilómetro de distancia. Si dicha visibilidad es de 1 y 4 kilómetros de distancia se le denomina neblina (Ledesma & Baleriola, 2002) y si es superior a esta distancia, se le conoce como bruma (Marzol, 2005).

La niebla son nubes estratocúmulos al nivel de la superficie, constituida por gotas de agua con diámetro entre 1 a 40 micrones (Jiménez et al, 2006).

De acuerdo con la temperatura del aire, la niebla varía en composición. Si la temperatura se encuentra superior a 0°C, estará constituida por gotitas en suspensión, pero si la temperatura es menor a 0°C estará constituida por cristales de hielo muy pequeños. Para que la niebla se forme, es necesario que el vapor de agua pase al estado líquido por condensación (Vistin, 2014).

Al evaporarse la humedad presente en el suelo se forma la mayor parte de las nieblas, causando que el aire ascienda y éste al perder temperatura se

condense, formando las nubes bajas (Cereceda & Schemenauer, An alternative water supply for Chilean coastal desert villages, 1992).

2. Factores que posibilitan la formación de niebla en la costa peruana:

Debemos tener en cuenta que en la zona costa occidental de América del Sur, el clima es principalmente determinado por el Anticiclón del Pacífico Sur oriental y la corriente peruana de aguas frías (Jiménez et al, 2006) (Aránguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009).

Por lo tanto, uno de los factores que determinan la presencia de nubes y nieblas en la costa peruana es el Anticiclón del Pacífico Sur, que consiste en masas de aire de alta presión (Cereceda P. , 2014), lo cual genera bajas precipitaciones y crea un área de gran aridez. A la vez, produce vientos suaves provenientes del sur y del sureste con dirección al continente, cargándose de la humedad que se evapora del mar (Aránguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009).

Estas masas de aire, al entrar al océano frío a causa de la corriente peruana o corriente de Humboldt, que son masas de agua fría y que circulan de sur a norte en todo el litoral, limitan la evaporación y dan estabilidad atmosférica (Mostacero, Mejía, Zelada, & Medina, 2007). Esta humedad se condensa formando abundantes nubes bajas llamadas estratocúmulos, que se encuentran por debajo de los 1000 metros

(Aránguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009), las cuales se ven afectadas por la inversión térmica, fenómeno que encontramos en la zona costera del Perú, y que impide que estas masas de aire se puedan elevar por encima de los 1000 metros (Claros, S.F.).

Dichas nubes bajas son desplazadas por los vientos alisios hacia la costa, la cual presenta una topografía baja y plana, donde las laderas costeras o montañas aisladas permiten interceptar estas nubes, formando una zona de niebla (Leiva, Zapata, Gayoso, & Chang, 2014).

Así mismo, las nubes en cuestión, al ser desplazadas hacia la costa por las brisas marinas y al encontrarse con una zona seca y de mayor temperatura (promedio de 27°C), ocasiona que el aire seco evapore las gotas de agua, formando gotitas diminutas que dan como resultado la formación de nieblas de advección (Cruzat, 2004).

3. Clasificación de la niebla según su origen:

3.1. Nieblas de evaporación:

Se forman debido a que el agua se evapora por la presencia de un aire de menor temperatura. Esta transformación del agua puede darse de las

siguientes formas, *i)* formando las nieblas de vapor; y, *ii)* formando las nieblas frontales (Contreras, 2012):

a) Nieblas de vapor:

Se producen en el momento que el aire frío fluye sobre una superficie de agua relativamente más caliente, produciéndose evaporación desde la superficie. El vapor de agua asciende, saturando el aire frío, formando así las nieblas. Generalmente encontramos este tipo de nieblas sobre la superficie de ríos y lagos (Soriano, 2015).

b) Nieblas frontales:

Se forman cuando el agua que cae de la lluvia presenta mayor temperatura que el aire que está alrededor, por lo tanto las gotas de agua se convierten en vapor, saturando el aire. La evaporación se produce debido a que la temperatura de las gotas de lluvia es más alta que el punto de rocío del aire (Ledesma & Baleriola, 2002).

3.2. Nieblas por enfriamiento:

Se originan cuando, al disminuir la temperatura, el aire pierde la capacidad de retener el vapor de agua. Se clasifican en tres tipos:

a) Nieblas de radiación:

Se forman como consecuencia del enfriamiento (durante las noches) del aire que se ubica en la superficie del suelo (Petterssen, 1969). El suelo se enfría, generando que el aire en contacto con la superficie se enfríe por conducción. Para que se formen estas nieblas el punto de rocío debe ser bastante elevado. Debe existir un enfriamiento suficiente durante la noche y presencia de vientos ligeros (Retallack, 1973).

Principalmente se observan en las noches de invierno cuando la irradiación es intensa durante el día. Se forman sólo en tierra, nunca en el mar (Ledesma & Baleriola, 2002).

b) Nieblas de advección:

Se produce a partir del desplazamiento del aire sobre una superficie de menor temperatura, que causa el enfriamiento desde la parte inferior de la masa de aire y aumenta su humedad relativa, ocasionando que el vapor de agua sea más denso y se forme la niebla. Su formación es muy frecuente en los océanos (Petterssen, 1969).

Son comunes en las zonas de la costa. En invierno se producen cuando la corriente de aire que contiene mayor humedad y temperatura se dirige con dirección hacia el continente, que es más fría; por lo tanto, dicha corriente de aire se enfría hasta la saturación.

Con menor frecuencia la niebla se producirá en verano, donde el aire húmedo y cálido fluye desde la tierra hacia el mar (Ledesma & Baleriola, 2002).

En el Perú las masas de nubes que se originan sobre el Océano Pacífico, se mueven hacia el continente donde es interceptada por las montañas, formando las nieblas de advección, entre los 350 y 850 metros (Cereceda, y otros, 2002).

c) Nieblas orográficas:

Se forman cuando el aire húmedo procedente del océano, que contiene mucho vapor de agua, asciende por la ladera de una montaña o en terrenos que presentan elevación, enfriándose y ocasionando que el vapor de agua se condense en gotitas que formarán la niebla (Cereceda, y otros, 2002).

4. Captación de agua de la niebla:

La captación de agua de la niebla es un método antiguo y popular que consiste en extraer agua del aire. Este método es utilizado en Chile desde hace más de 30 años, donde la gente de los pueblos usa mallas para atrapar la niebla, y así poder abastecerse de agua pura (Theobald, Nierenberg, Styslinger, Kane, & Massey, 2011).

Para que la niebla pueda ser usada como recurso hídrico, las pequeñas partículas de agua que las componen deben ser recolectadas mediante un sistema de captación de agua. Para captar agua de la niebla no se está haciendo uso del agua de otro sistema, como por ejemplo los ríos. Al contrario, si no usamos el agua captada de la niebla, cuando las condiciones atmosféricas varíen ésta se evaporará; por ello es una captación útil y renovable (Martos, 2009).

En determinadas zonas, si comparamos cuánta agua se puede captar de la niebla con la que se podría captar de la lluvia, la primera sería tres veces superior, logrando los picos de captación en horas nocturnas y en sectores específicos (Vistin, 2014).

La técnica utilizada para recolectar agua de niebla es un método muy sencillo, cuyo principio es imitar la captación de agua que realizan las hojas plantas cuando la niebla pasa a través de ellas (Corell, 2014).

Para la captación de agua de niebla debemos tener presente dos etapas, la primera consiste en ubicar estratégicamente los puntos donde se podría captar agua en mayor cantidad, para lo cual hacemos uso de los llamados Neblinómetros. Una vez conocidos los lugares óptimos para captar agua, se procede con la segunda etapa, que es la instalación de los Atrapanieblas (Aránguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009).

Este sistema es una técnica artificial para captar agua que se basa en colocar materiales que ayuden a la adhesión de las gotas de agua que están presentes en la niebla. Los materiales que mayormente se utilizan son las mallas y los hilos plásticos o metálicos (Corell, 2014).

El viento, al empujar la niebla hacia la malla, provoca que haga contacto con el material utilizado (malla o hilo). Las pequeñas gotas de agua van a

quedar adheridas al material por el propio impacto que se produce. A medida que nuevas gotas vuelven a impactar, aumentan su tamaño y, por gravedad, caen a una canaleta situada en la parte inferior del material colector, conduciéndose el agua generada a reservorios para posteriormente ser almacenados (Corell, 2014).

La captación de agua de niebla va a depender de los siguientes factores. En primer lugar de las propiedades físicas de la niebla (dimensión de la gota y la velocidad del viento) y, en segundo lugar, de las características de la superficie de captación, que viene a ser el área de captación. Es importante tener presente que el tiempo de duración de la niebla es una variable influyente en el volumen total de captación (Díaz & Orellana, 2011).

En zonas áridas, captar agua de niebla con el uso de mallas es uno de los métodos que ha presentado mejores soluciones, ya que es una tecnología de bajo costo y de simple instalación, pudiendo los mismos pobladores instalar y mantener estos dispositivos (Kaja, 2012).

Este método de captación de agua de niebla es un recurso que debería ser estudiado en aquellas zonas donde otras fuentes de agua no puedan satisfacer las necesidades de esa población (Louw, Van Heerden, & J, 1998).

5. Neblinómetro:

Es un sistema que permite estudiar la niebla, debido a que permite precisar las zonas geográficas donde se puede captar agua en mayor cantidad (Aránguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009). Son recomendados para realizar estudios de la factibilidad antes de la instalación definitiva del proyecto (Mendoza & Castañeda, 2014).

Permite medir de forma directa la cantidad de agua presente en la niebla. Es de sencilla elaboración, pudiendo permanecer periodos largos en el campo y es de fácil mantenimiento (Soriano, 2015). Es preciso indicar que para tener éxito en la captación de agua de nieblas, los neblinómetros deben estar ubicados perpendicularmente a la dirección del viento que predomina, ya que son estos vientos los que arrastran las nieblas (Zabalketa; Ner group, 2013).

Es conocido también como colector de agua de niebla estándar o Standard Fog Collector (SFC, por sus siglas en inglés), el cual fue introducido por Schemenauer y Cereceda (Schemenauer & Cereceda, A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions, 1994).

Están constituidos por marcos cuadrados con un área de un metro cuadrado. Dentro de estos marcos se encuentra una malla, siendo la más

utilizada la de polietileno de alta densidad, denominada Raschel de 35% de cobertura (Fessehayé, y otros, 2014).

La malla es dispuesta en doble paño, para así tener un espacio interno donde la niebla pueda ser encapsulada y luego decantar. Tiene como función captar y condensar el agua en gotas de pequeña dimensión (Aránguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009). El movimiento de estas dos capas entre sí facilita el escurrimiento del agua (Klemm, y otros, 2012).

El marco se encuentra ubicado a dos metros del suelo. El volumen total recolectado es guardado en un reservorio y registrado, para luego ser evaluado y así dar resultados para saber si se tienen registros significativos para la implementación de Atrapanieblas (Fessehayé, y otros, 2014).

La función de la malla es condensar las partículas de vapor de agua para formar gotas pequeñas, las cuales se formarán al impactar con la malla y al perder energía cinética, transformará esta energía en calor. Es importante que la malla se encuentre posicionada en forma perpendicular a la masa de aire para así lograr la mayor condensación, para lo cual primero se debe estimar la dirección del viento predominante (Díaz & Orellana, 2011).

Cuando se desea recolectar agua en grandes volúmenes, se utiliza un modelo del SFC de mayor tamaño, llamado Large Fog Collector (LFC),

conocido como Atrapanieblas, el cual es implementado luego de identificar el sitio con mayor potencial de captación (Schemenauer, Cereceda, & Osses, FogQuest Fog-Water Collection Manual, 2005).

La instalación y el material usado para la recolección son los mismos que para el SFC. El tamaño promedio es 12 metros de ancho por 4 metros de alto, dando un área de 48m² para la captación de agua (Schemenauer & Cereceda, Fog collection's role in water planning for developing countries, 1994).

5.1. Malla Raschel:

Es una malla tejida, elaborada con filamentos planos de polietileno de 2 milímetros de ancho (Rivera & Holmes, 2014). Esta malla, se encuentran en diferentes densidades, las cuales se expresan en porcentaje de sombra, desde 35% al 95% de sombra (Aránguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009).

La más utilizada es de 35% (la de menor densidad), ya que es la más eficiente porque permite un mayor traspaso del viento, captándose mayor volumen de agua, (Aránguiz, Morales, Nieto, & Silva, 2009).

Según diferentes investigaciones realizadas por científicos chilenos, quienes estudiaron varios tipos de mallas metálicas y plásticas, llegaron a la conclusión que el mejor material y de mayor resistencia para captar agua de la niebla es el polietileno, conocido como malla Raschel (Díaz & Orellana, 2011).

6. Calidad de Agua:

Está referida a aquella agua libre de elementos que la puedan contaminar, y no sirva de medio para la transmisión de diferentes enfermedades (Mendez & Feliciano, 2010).

Se define según el uso que se le dará, por lo tanto su importancia universal está directamente relacionada con el uso del recurso. (Vargas L. , 2004).

Para saber si la calidad del agua ha sido alterada, es necesario evaluarla, para lo cual se miden sus características físicas, químicas y microbiológicas (Ffolliot, L, & Hernández, 2001).

Para la Organización de las Naciones Unidas, la calidad del agua se puede determinar al comparar las particularidades físicas, químicas y microbiológicas de una determinada muestra de agua con las llamadas directrices (ONU, 2014).

La importancia de conocer los requisitos de calidad según el uso es poder determinar si dicha agua necesita algún tratamiento previo. La calidad del agua se evalúa haciendo ensayos que tengan aceptación universal para que sea posible compararlos con los estándares de calidad (Vargas L. , 2004).

La alteración de la calidad del agua, se puede diagnosticar realizando diferentes mediciones específicas, como medir los metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos, bacterias y algunas características físicas (Tchobanoglous & Schroeder, 1985).

Es de suma importancia salvaguardar la calidad del agua dulce, ya que sólo así se puede asegurar el uso del agua. La calidad del agua puede ser alterada por elementos externos, como por ejemplo los elementos químicos tóxicos y los infecciosos (ONU, S.F.).

6.1. Parámetros físico-químicos del agua:

Las características físicas del agua están relacionadas con las cualidades estéticas del agua (Vargas L. , 2004).

La presencia de elementos químicos disueltos en el agua (origen natural o industrial) puede beneficiar o afectar la concentración y composición

del agua. Para determinar la calidad física y química del agua, se debe comparar los resultados de los análisis de laboratorio con los valores de referencia. Los principales indicadores de calidad del agua son (Organización Mundial de la Salud, 2008):

- Turbiedad: Relacionada con las propiedades ópticas que origina la luz al ser absorbida y diseminada. La turbiedad del agua es causada por la presencia de partículas suspendidas en el agua, como son las arcillas y el material orgánico e inorgánico (Pérez, 2010).

Una turbiedad alta suele estar asociada a niveles elevados de microorganismos como parásitos, virus, y algunas bacterias (DIGESA, S.F.)

Mediante un turbidímetro o nefelómetro se realiza la medición de la turbiedad, dando como unidad de medida las unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

Según la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud, 2008) en sus directrices sobre Calidad para Agua de Consumo Humano, recomiendan como valor guía 5 UNT, sin embargo para asegurarnos una desinfección efectiva, el agua no debe sobrepasar una UNT (Vargas L. , 2004).

- pH: Calculando el número de iones hidrógeno presentes, se detalla si una sustancia es ácida, neutra o básica. Se mide en una categoría que va desde 0 hasta 14, correspondiendo los valores inferiores a 7 a una sustancia ácida y los valores por encima de 7 determinan una sustancia básica, en el rango de 7 la sustancia es clasificada como neutra. Este parámetro permite determinar la calidad del agua tanto naturales como residuales (DIGESA, S.F.)

Para la Organización Mundial de la Salud (2008), este parámetro no perjudica de forma directa a los usuarios, no obstante ello es importante para la calidad del agua, debido a que a determinado pH se realizan algunas transformaciones químicas. Como por ejemplo, si el pH se encuentre entre 6.5 y 8 las desinfecciones con cloro serán eficaces.

- Conductividad eléctrica: Es la medida de la capacidad de una sustancia de transportar electrones, depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura de la medición. Está relacionada con la cantidad de sales presentes en el agua, aumentando su capacidad de transportar la corriente eléctrica (Pérez, 2010).

Se calcula a través de la electrometría, haciendo uso de un electrodo conductimétrico, el cual se formula en microsiemens cm^{-1} ($\mu\text{S cm}^{-1}$) (Aznar & Álvaro, 2000).

Este parámetro tiene influencia directa en los métodos utilizados para el tratamiento del agua, como por ejemplo la coagulación y la desinfección. Sin embargo no se ha registrado consecuencias directas en la salud de las personas (Vargas L. , 2004).

6.2. Parámetros microbiológicos:

El agua destinada para el uso de las personas no debe tener agentes patógenos indicadores. Para verificar la calidad microbiológica del agua es necesario realizar análisis microbiológicos, ya que el riesgo más común para la salud humana en relación al agua de consumo humano es la contaminación microbiana (Organización Mundial de la Salud, 2008).

Para determinar la calidad microbiológica del agua, se debe considerar la medición de los indicadores bacterianos relacionados con contaminación, por lo tanto, los parámetros a medir son los que están directamente relacionados con las condiciones higiénicas sanitarias (Aurazo, 2004).

En la Guía sobre la Calidad del Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud se establece que en los programas de vigilancia y control del agua de consumo humano, casi siempre se analiza la

presencia de coliformes, debido a que son indicadores de agua contaminada, ya sea por heces de seres humanos o de animales endotermos, como los mamíferos y las aves (Organización Mundial de la Salud, 2008).

7. Agua para consumo humano y Normatividad en el Perú:

El agua para consumo humano, es aquella que no provoca peligro a la salud, y es utilizada para los usos domésticos, la cual incluye la higiene de las personas (Organización Mundial de la Salud, 2008).

Es toda agua extraída de su fuente de origen o después de pasar por un tratamiento previo, que es utilizada para diferentes actividades como: ingerir el agua, cocinar, aseo personal y otros usos domésticos, sin importar su origen (Reascos & Yar, 2010).

El agua considerada para consumo humano tiene que cumplir los requerimientos de calidad definidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DIGESA, 2011).

Los límites máximos permisibles (LMP) de agua para consumo humano en el Perú, está reglamentado mediante el DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Estos LMP son los criterios

definidos para la calidad del agua, donde encontramos los parámetros físicos, químicos y biológicos, que en el caso de ser excedido, ocasiona o pueden ocasionar perjuicios a la salud y al ambiente. Estos LMP deben ser cumplidos de forma obligatoria (DIGESA, 2011).

El objetivo de establecer directrices es resguardar, mantener, corregir y recuperar la calidad del agua, estos valores son fijados de forma específica para cada uso (DIGESA, S.F.).

IV. OBJETIVOS E HIPÓTESIS Y DE LA INVESTIGACIÓN

1. Objetivos:

1.1 Objetivo General:

Cuantificar el volumen de agua captada de la niebla y determinar su calidad para consumo humano en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016.

1.2 Objetivos específicos:

- Determinar cuál de los tres neblinómetros captará mayor volumen de agua según su orientación en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016.

- Identificar en qué mes o meses de estudio se captará mayor volumen de agua en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016.

- Determinar si el agua captada es apta para consumo humano en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016.

2. Hipótesis:

2.1 *Hipótesis General:*

Los neblinómetros serán eficientes en la captación de agua de niebla, y su calidad cumplirá los parámetros nacionales para consumo humano en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016.

2.2 *Hipótesis específicas:*

- El neblinómetro instalado en la orientación sur captará mayor volumen de agua en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016.

- Los meses de mayor captación de agua serán julio y agosto en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016.

- El agua captada será apta para consumo humano en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, Pachacútec – Ventanilla, 2016.

V.METODOLOGÍA Y MATERIALES

1. Materiales:

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- 01 brújula
- 01 probeta de 1000ml
- 03 neblinómetros contruidos de 1m x 1m.
- 03 balde de 20L de plástico con tapa
- 03 jarra de 3L de plástico con tapa
- 05 envases estériles de 500ml.
- 01 cooler
- 01 multiparámetro de la marca Gama Odeon, versión 4.1
- 01 turbidímetro AP2000WT
- agua destilada
- 20 gorros descartables
- 20 pares de guantes estériles
- 10 mascarillas
- 01 laptop Toshiba
- 01 cámara Fotográfica (Celular Samsung Galaxy S6)
- 01 block de Notas
- 02 lapiceros

2. Área de estudio:

2.1. *Descripción general:*

El distrito de Ventanilla está situado en la zona norte de la Provincia Constitucional del Callao, en las coordenadas geográficas 11°51'20" de latitud sur y longitud este 77°04'25", abarca aproximadamente el 51.2% de la región Callao (Municipalidad distrital de Ventanilla, 2010).

Presenta una extensión territorial de 73.52 Km². Posee un extenso litoral de 13 kilómetros, con presencia de lomas bajas y medias de gran amplitud, y con grandes áreas naturales (Municipalidad distrital de Ventanilla, 2013). Geográficamente se encuentra entre el nivel del mar y la Cordillera de la Costa Oquendo – Ancón a 500 msnm (Municipalidad distrital de Ventanilla, 2006).

Ecológicamente se ubica en la Zona Costera Marina Subtropical. Al estar ubicado en un área denominada de transición ecológica marino costera se caracteriza por la presencia de vientos suaves que, con la Cordillera de la Costa Oquendo-Ancón, permite la formación de un área de inversión térmica, que se caracteriza por una humedad elevada y por la presencia de nieblas, dando lugar a los ecosistemas de Lomas de la Costa donde predominan los vientos débiles (Municipalidad distrital de Ventanilla, 2006).

2.2. Descripción específica:

El área en la cual se realizó el estudio corresponde al Asentamiento Humano Leandra Ortega Espinoza, ubicado en la ciudad de Pachacútec, a la altura del km. 36.5 de la Panamericana Norte, en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima (Instituto Geofísico del Perú, 2009) (ver figura 1).

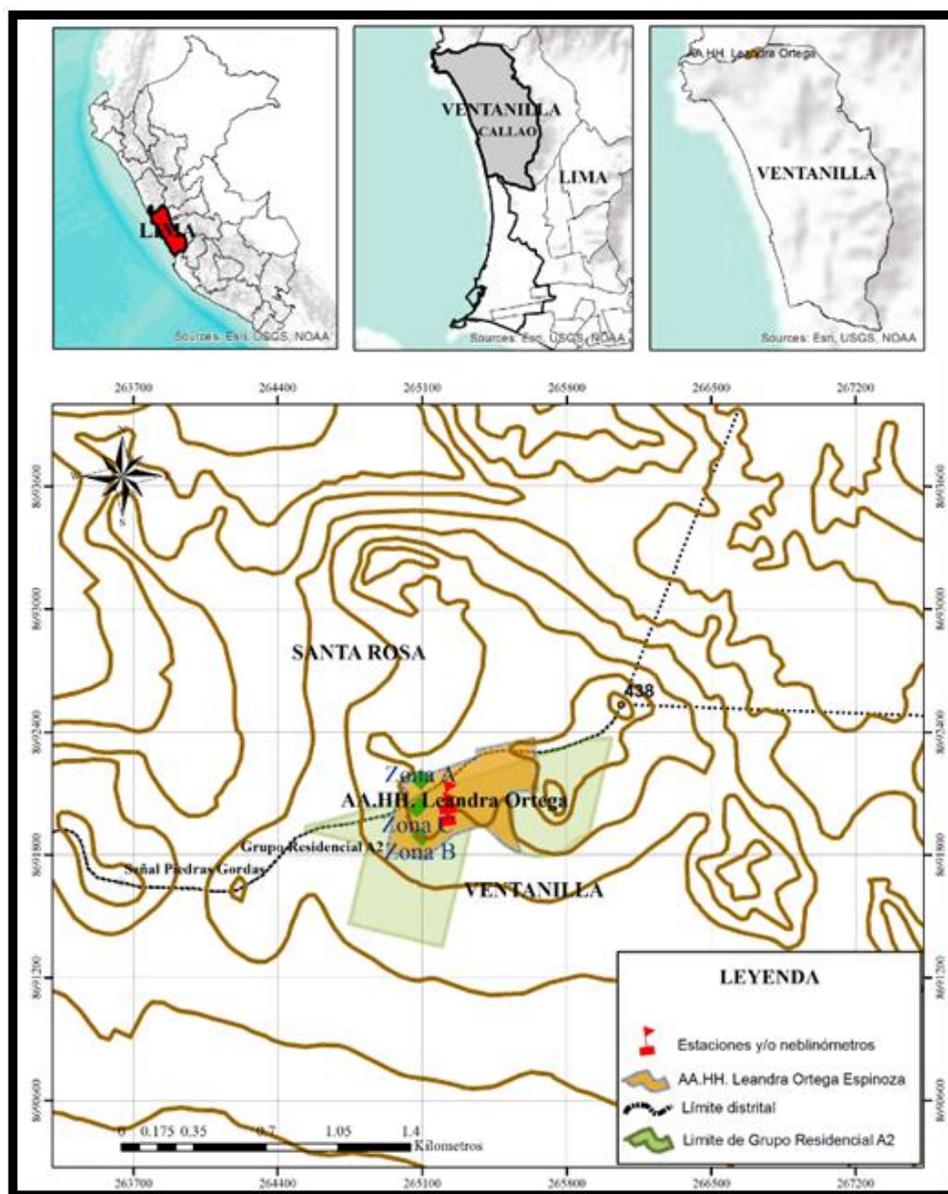


Figura 1: Mapa ubicación del Asentamiento Humano Leandra Ortega Espinoza.

Este asentamiento está ubicado entre las coordenadas UTM 264963.374 – 265626.21 mE y 8691834.366 – 8692357.195 mS de la zona 18L (Gobierno Regional del Callao, 2017).

La ciudad de Pachacútec surge de las inmigraciones que sufrió Lima años atrás, su población se caracteriza por ser de muy bajos recursos económicos. Pachacútec fue poblado sin seguir un plan de ordenamiento territorial. El 90% de sus viviendas son de construcciones precarias (Instituto Geofísico del Perú, 2009).

Presenta una zonificación urbana que corresponde a Zona de Recreación Pública, y según la Zonificación Ecológica Económica, corresponden a las siguientes Unidades Ecológicas Económicas (UEE): UEE en proceso de Consolidación Urbana y UEE de Protección y Conservación de Ecosistemas de Lomas Costeras.

El uso actual de los predios, se tiene que el 95.2% es para vivienda, mientras que el 4.8% es vivienda mixta. El 96.5% de las viviendas están construidas de madera y el 96.4% de las viviendas presentan techos con calamina.

Respecto a los servicios básicos, el 100% de la población se abastece de agua por medio de cisternas o camión y el 100% de las viviendas cuentan con silo. En relación al sistema de alumbrado, el 61.5% de las viviendas utilizan el sistema eléctrico de la red pública, un 3.9% usan vela, mientras que el 34.6% lo hacen por uso de otros medios (Gobierno Regional del Callao, 2017).

Debemos tener en cuenta que la calidad de esta agua de camión cisterna es dudosa; debido a que no se cuenta con informes de análisis de calidad del agua.

Es importante señalar que en el distrito de Ventanilla existen diferentes posibles fuentes de polución, como es el caso de la Refinería La Pampilla, los almacenes ubicados en el puerto del Callao y el smog producido por el transporte público, cuyos gases y partículas emitidas afectan directamente la calidad del aire del lugar y la salud de los pobladores.

2.3. Aspectos climatológicos:

Para el estudio de las variables climáticas se tomaron datos de la Estación Meteorológica y Aeronáutica del Aeropuerto Internacional Jorge

Chávez, perteneciente CORPAC S.A.; ya que es la más cercana al área de estudio, dichos datos fueron extraídos del Servicio de Información Meteorológica OGIMET.

Dicha estación se ubica políticamente en el distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao, a 12 msnm. Geográficamente está localizado en 12° 01' de latitud Sur y 77° 07' de longitud Oeste.

a) *Temperatura:*

Durante el periodo 2010 al 2016, la temperatura promedio del aire registrada durante este periodo fue de 19.83 °C.

b) *Precipitación pluvial:*

Durante el periodo 2010 al 2016, el promedio que se registró de las precipitaciones totales fue de 0.009 mm.

c) *Humedad Relativa:*

El promedio obtenido de la humedad relativa para el mismo periodo de siete años del 2010 al 2016, fue de 81.54%.

d) *Dirección y velocidad del viento:*

Para obtener la dirección y velocidad del viento predominante, se analizaron los datos obtenidos en el 2016 del Servicio de Información Meteorológica del OGIMET de la estación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, dando como resultado vientos suaves y leves de acuerdo a la escala Beaufort. Asimismo, la dirección sur fue la que predominó (ver tabla 1).

Tabla 1: Velocidad (m/s) y dirección promedio del viento.

MES	VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO (M/S)	DIRECCIÓN PROMEDIO DEL VIENTO
Enero	4.5	SSE
Febrero	4.4	S
Marzo	4.5	S
Abril	4.1	S
Mayo	3.5	SSW
Junio	3.0	SSW
Julio	2.8	SSW
Agosto	2.9	S
Setiembre	3.2	S
Octubre	3.7	S
Noviembre	4.0	S
Diciembre	4.2	S

Para analizar la dirección del viento, se realizaron rosas de vientos en el Software WRPLOT View Freeware 7.0.0, para las estaciones de otoño, invierno y primavera del 2016. Durante la estación de otoño las direcciones del viento predominante fueron sur (S) y sur suroeste (SSW) (ver figura 2); en invierno las direcciones del viento predominante fueron sur (S) y sur suroeste (SSW) (ver figura 3),

mientras que en primavera la dirección del viento predominante fue sur (S) (ver figura 4).

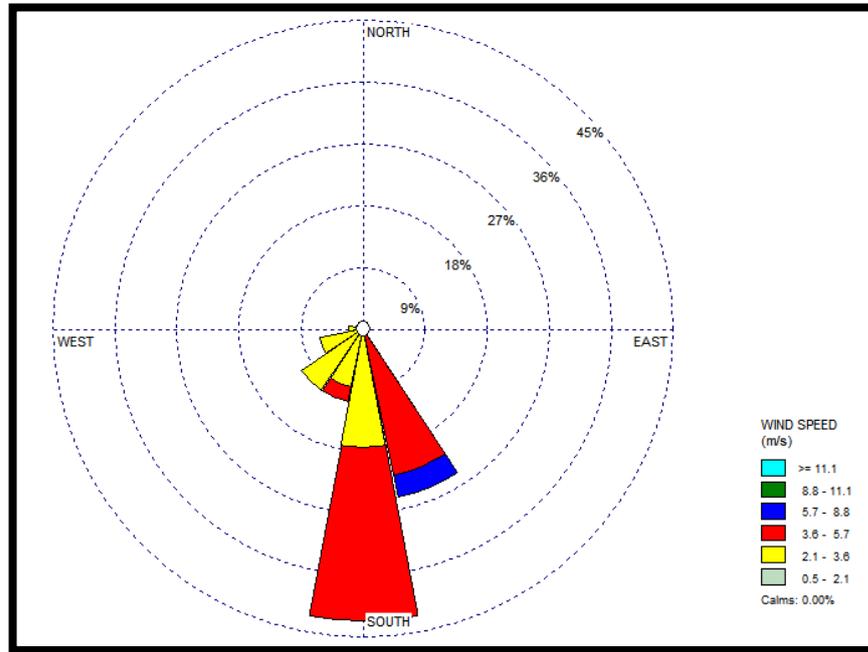
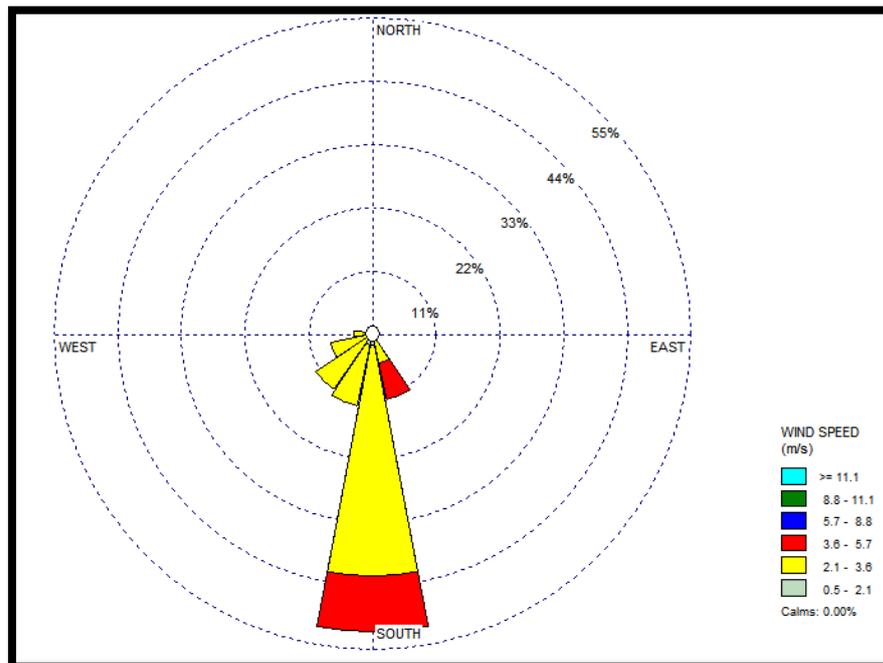


Figura 2: Rosa de vientos – estación otoño



Los neblinómetros utilizados consistieron en dos postes de madera, enterrados aproximadamente 50cm para darle buena estabilidad, separados a 1 m de distancia, los cuales fueron recubiertos por una malla Raschel en doble paño de 35% de cubierta o sombra con una dimensión de 1 m de ancho por 1 m de largo, colocado a 2 m del nivel del suelo, en el parte inferior de dicha malla, se colgó una canaleta de aluminio cuya función fue recibir el agua interceptada por la malla, fueron conducidas por ayuda de una manguera a un balde de 20 litros de capacidad, que en su interior contiene una jarra plástica de 3 litros, la cual sirvió para el almacenamiento del agua captada (ver figura 5).

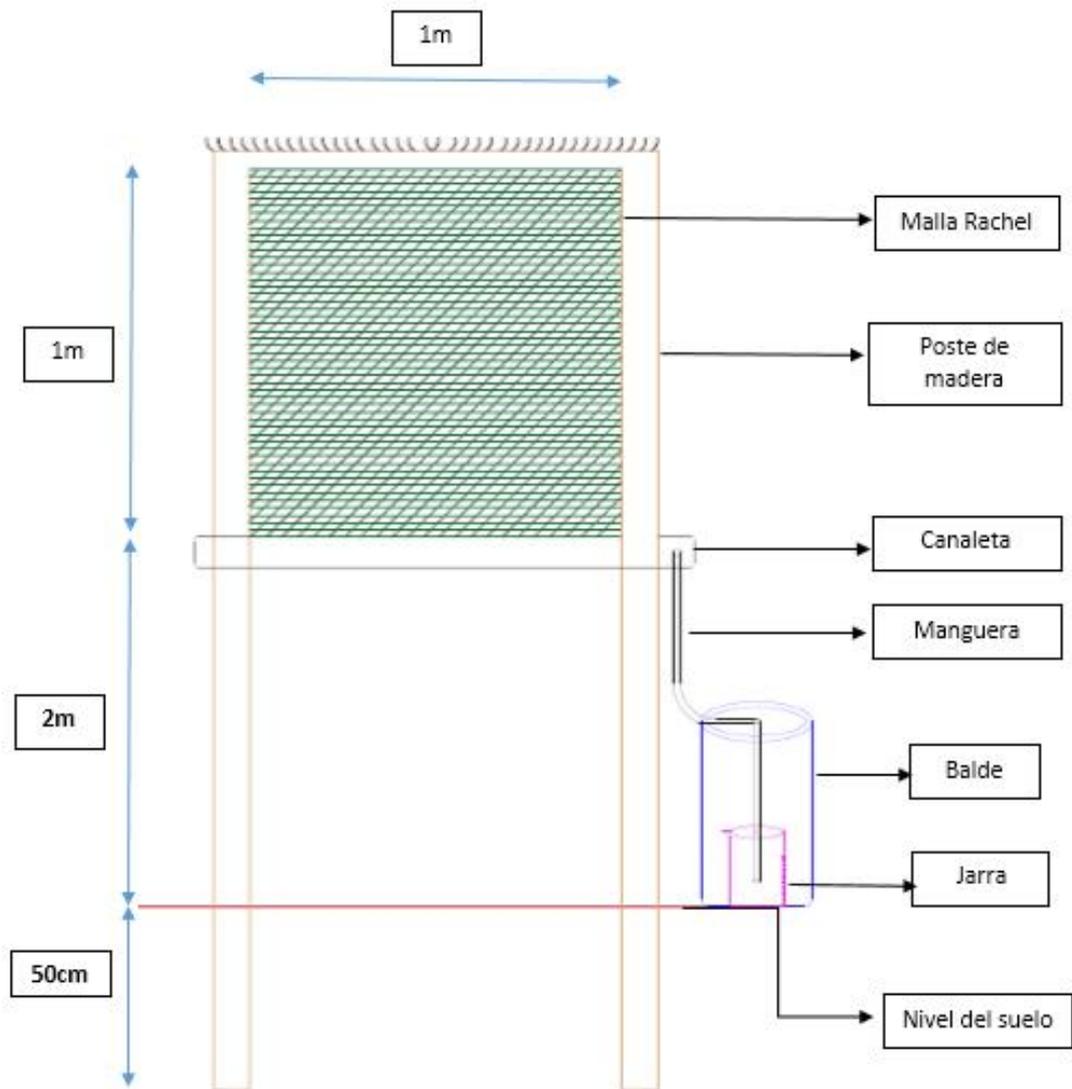


Figura 5. Diseño del neblinómetro propuesto

3.2. Ubicación de los neblinómetros:

La elección de la zona para la ubicación de los neblinómetros estuvo relacionada a las siguientes condiciones:

- Zona relativamente alta de las Lomas de Pachacútec, donde la presencia de nieblas entre los meses de junio a noviembre es constante.
- Montaje del sistema en un área de pobreza o pobreza extrema, sin servicios de agua potable ni desagüe.

En la zona de estudio se instalaron tres neblinómetros separados a 1.5 metros, los cuales fueron orientados con la ayuda de una brújula en tres direcciones diferentes para captar los vientos provenientes del sur, oeste y del suroeste; el fin fue validar la dirección de viento predominante, ya que según la teoría, los vientos del sur y suroeste son los de mayor velocidad en el litoral peruano (Cereceda, Pilar; Schemenauer, Robert; Suit, Marcela, 1993).

La dirección predominante de los vientos son de componente de sur y suroeste, que van desde las costas hasta el continente, con velocidades que fluctúan de 2 a 4m/s (Municipalidad Provincial del Callao, 2010).

Los neblinómetros fueron ubicados en las coordenadas UTM ZONA 18L, 8692103N y 265082E, a 135 msnm.

3.3. Cuantificación del agua de niebla

Para cuantificar la cantidad de agua captada, se usó como guía una metodología similar a la descrita por Cereceda, Schemenauer y Suit, que consistió en el registro diario del agua colectada durante los seis meses de estudio (junio – noviembre) (Cereceda, Pilar; Schemenauer, Robert; Suit, Marcela, 1993), ya que según datos extraídos del Servicio de Información Meteorológica del OGIMET de la estación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, en el 2014 se encontró que los meses donde se presenta mayor nubosidad son de mayo a noviembre, observándose picos en julio y agosto, mientras que para el 2015, los meses con mayor nubosidad son de junio a noviembre, siendo los picos los mismos meses que en el 2014 (OGIMET, 2017).

Además según estudios realizados sobre las lomas costeras del Perú, los meses donde se observa densas neblinas es en invierno, de mayo a noviembre (Canziani, 1998), debido a que la corriente peruana en el invierno (junio a setiembre) contribuye a la formación de la neblina (Ferreyra, 1986).

La formación de neblina en la costa norte ocurre entre julio y agosto, en la costa central se da entre agosto y setiembre, mientras que para la costa sur ocurre entre los meses de octubre y noviembre (Bonavia, 1991).

Los resultados fueron medidos a las 9:00 am aproximadamente; el valor obtenido se anotó en el formato (ver Anexo 1). Los datos obtenidos,

ayudaron a inferir el potencial de recolección de agua de niebla por metro cuadrado.

Con relación a la precipitación es importante señalar que en la costa sur del Perú, la precipitación es despreciable, por lo tanto se asumió que el volumen de agua captado por los neblinómetros es netamente de la niebla (Schemenauer & Cereceda, A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions, 1994).

3.4. Caracterización de la calidad del agua de niebla

Los parámetros analizados, fueron tomados del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA (Dirección General de Salud Ambiental , 2010), se analizaron algunos parámetros de control obligatorio, que se detallan en la tabla 2.

Para la caracterización de los parámetros de calidad organoléptica se siguió el protocolo establecido en el manual del multiparámetro y del turbidímetro que fueron utilizados, y para los datos microbiológicos se respetó el protocolo establecido por el laboratorio.

La calidad del agua se estableció al comparar los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio con los límites máximos permisibles según lo determinado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo

Humano D.S. N° 031-2010-SA (Dirección General de Salud Ambiental , 2010).

a) Caracterización de los parámetros de calidad organoléptica:

Se estableció realizar quince análisis del agua, llevando el multiparámetro y el turbidímetro a campo, de las quince fechas establecidas, sólo se obtuvieron doce datos, debido a que en tres oportunidades, el agua no fue suficiente para poder medir estos parámetros, dado que se necesita una cantidad mínima de agua de niebla para la evaluación.

Los parámetros analizados in situ fueron: turbiedad, conductividad eléctrica y pH. Los cuales fueron evaluados por medio de un multiparámetro de la marca Gama Odeon, versión 4.1 y con el turbidímetro AP2000 WT, estas mediciones fueron realizadas entre los meses de julio a setiembre.

Los instrumentos fueron calibrados previamente con una solución buffer. Posteriormente se limpió los instrumentos con agua destilada, finalmente con la ayuda de un papel toalla se procedió a secar los instrumentos. De inmediato se introdujo el multiparámetro en el agua recolectada, y cuando el valor se normalizó se procedió a registrar la medida.

b) Caracterización del parámetro microbiológico:

Para la caracterización de este parámetro se tomaron cinco muestras, las cuales fueron recolectadas en envases estériles de 500 ml de capacidad; las muestras fueron tomadas de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de la APHA (APHA, 2012).

Con la ayuda de un cooler a 4°C, se trasladaron las muestras hacia el laboratorio, sin preservantes, con el fin de que se realice la pruebas microbiológicas, según las recomendaciones de los Métodos Standard (APHA, 2012), midiéndose: Numeración de Coliformes Totales y termotolerantes (fecales) por el método de Tubos Múltiples (NMP).

Estos parámetros fueron estudiados en el Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C., acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Los datos fueron tomados durante los meses de julio a setiembre. Las fechas de muestreo fueron elegidos durante el proceso de ejecución del proyecto, ya que se necesitó de una cantidad mínima de agua de niebla para una evaluación en el laboratorio.

Tabla 2: Parámetros obligatorios de calidad organoléptica y microbiológica analizados en el agua de niebla

Parámetros analizados	Tipo	Unidad de medida	Límite Máximo Permisible	Norma o Referencia
Coliformes Totales	Microbiológico	UFC/100 mL a 35°C	0(*)	SMEWW APHA. AWWA. WEF. Part. 9221 B 22nd Edition. 2012. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes termotolerantes	Microbiológico	UFC/100 mL a 44,5°C	0(*)	SMEWW APHA. AWWA. WEF.Part.9221 E-1 22nd Edition. 2012. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedure.
Turbiedad	Calidad organoléptica	UNT	5	ISO 7027, APHA/AWWA 163 A, CETESB L. 5156, EPA 180.1. Standard Methods for the examination of water and wastewater 2130B.
pH		Valor de pH	6,5 a 8,5	Determinado en campo con multiparámetro Aquared.
Conductividad		µmho/cm	1500	Determinado en campo con multiparámetro Aquared.

UFC: Unidad formadora de colonias

(*): En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples= < 1,8/100ml.

VI. RESULTADOS

El procesamiento de los datos se realizó en un ordenador Core i5 y sistema operativo Windows 7. La base de datos fue almacenada en el programa Excel 2010 y el análisis estadísticos en el programa estadístico SPSS versión 20.

Todos los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva (media, valor mínimo y máximo). Adicionalmente, se realizó la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov de la muestra mayores de 30 y la prueba Shapiro Wilk para muestras menores de 30 (Anexo 2) para seleccionar pruebas paramétricas o no paramétricas.

Los resultados se muestran en tablas y gráficos. Para este trabajo de investigación, se fijó un nivel de significancia de 0.05 que corresponde a un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 3: Volumen de agua captado en dirección sur durante junio a noviembre de 2016.

MES	N° de muestras	Total recaudado (l/m ²)	Promedio (x̄)	Mín	Máx
JUNIO	30	38,67	1,29	0,00	9,00
JULIO	31	46,80	1,51	0,00	5,50
AGOSTO	31	37,42	1,21	0,00	3,10
SETIEMBRE	29	38,27	1,32	0,00	3,30
OCTUBRE	31	11,30	0,36	0,00	2,70
NOVIEMBRE	24	1,37	0,06	0,00	0,40

El volumen de agua recaudado en dirección sur se mantuvo con valores similares entre junio y setiembre siendo su mayor valor en julio con 46.80 litros, y un promedio de 1.51 l/m²/día. El volumen captado disminuyó de octubre y noviembre siendo el valor mínimo recaudado de 1.37 litros en noviembre, con un promedio de 0.06 l/ m²/día. Siendo el promedio de los cuatro meses en los cuales se captó mayor cantidad de agua de 1.33 l/m²/día. El total recaudado durante los seis meses fue de 173.83 l/m².

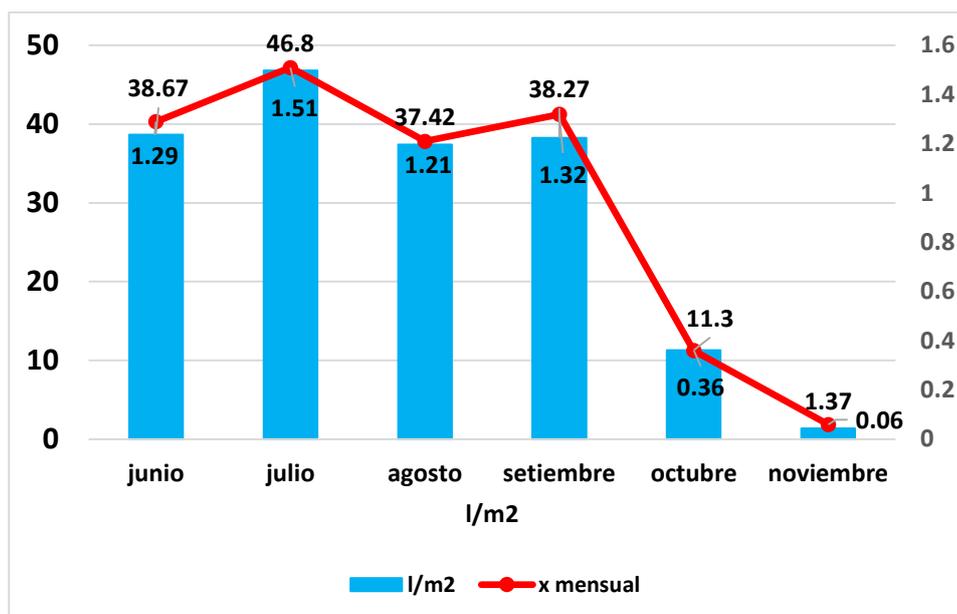


Figura 6. Volumen de agua captado en dirección sur durante junio a noviembre de 2016.

Tabla 4: Volumen de agua captado en dirección suroeste durante junio a noviembre de 2016

MES	N° de muestras	Total			
		recaudado (l/m2)	Promedio (\bar{x})	Mín	Máx
JUNIO	30	27,64	0,92	0,00	5,10
JULIO	31	37,48	1,21	0,00	5,10
AGOSTO	31	33,78	1,09	0,00	2,90
SETIEMBRE	29	31,45	1,08	0,00	3,00
OCTUBRE	31	11,22	0,36	0,00	2,60
NOVIEMBRE	24	0,63	0,03	0,00	0,20

En dirección suroeste, el volumen recolectado se mantuvo con valores similares en los entre de junio y setiembre, encontrándose el mayor valor en julio con 37.48 litros, con un promedio de 1.21 l/m²/día. En octubre y noviembre, el volumen captado disminuyó, siendo el valor mínimo recaudado de 0.63 litros en noviembre, siendo el promedio de los cuatro meses en los cuales se captó mayor cantidad de agua de 1.08 l/ m²/día. El valor total recaudado durante los seis meses fue de 142.2 l/m².

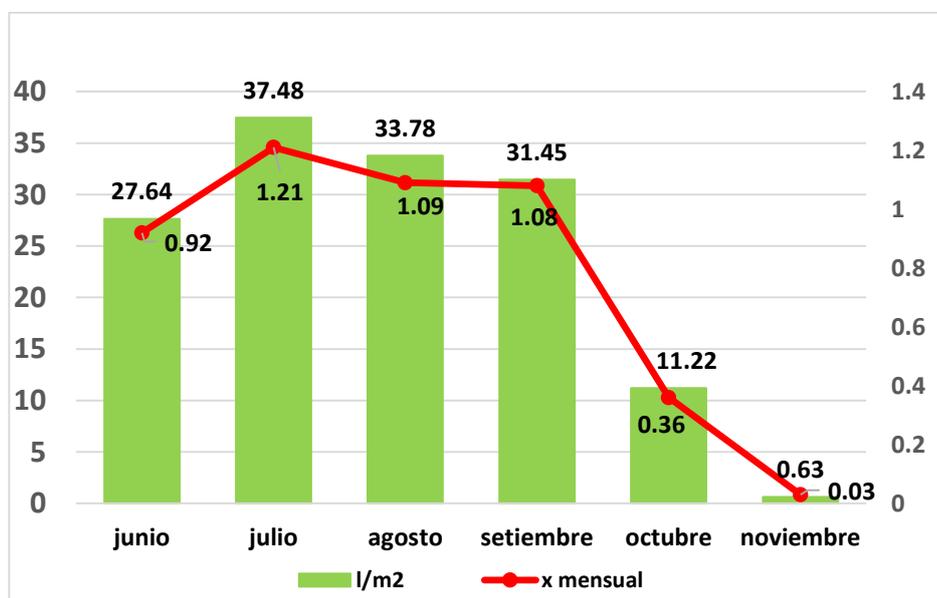


Figura 7. Volumen de agua captado en dirección suroeste durante junio a noviembre de 2016.

Tabla 5: Volumen de agua captado en dirección oeste durante junio a noviembre de 2016

MES	N° de muestras	Total recaudado (l/m ²)	Promedio (x̄)	Mín	Máx
JUNIO	30	25,19	0,84	0,00	5,00
JULIO	31	20,16	0,65	0,00	2,60
AGOSTO	31	23,21	0,75	0,00	3,10
SETIEMBRE	29	17,90	0,62	0,00	2,30
OCTUBRE	31	5,59	0,18	0,00	1,25
NOVIEMBRE	24	0,37	0,02	0,00	0,10

El volumen recaudado en dirección oeste se mantuvo con valores similares de junio a agosto, observándose el mayor valor en junio con 25.19 litros, con un promedio de 0.84 l/m²/día. El volumen captado disminuyó de setiembre a noviembre siendo su valor mínimo recaudado de 0.37 litros en noviembre. El promedio en los cuatro meses en los cuales se captó mayor cantidad de agua fue de 0.72 l/ m²/día. El total de volumen captado fue de 92.42 l/m².

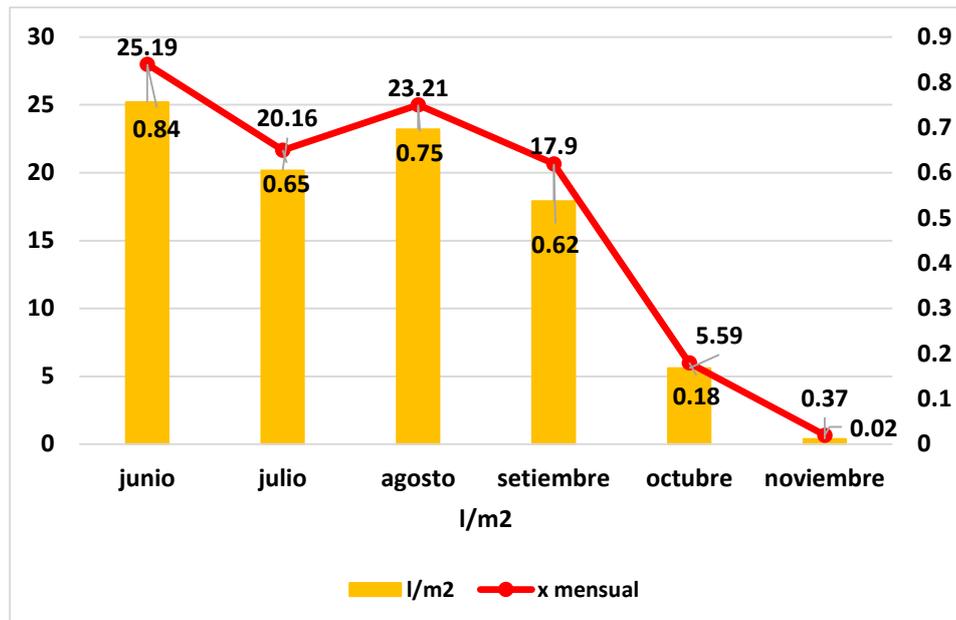


Figura 8. Volumen de agua captado en dirección oeste durante junio a noviembre de 2016.

Tabla 6: Comparación del volumen captado según la dirección del viento durante junio a noviembre de 2016

MES	SUR					SUROESTE					OESTE					P*
	n	\bar{x}	DS	Mín	Máx	n	\bar{x}	DS	Mín	Máx	n	\bar{x}	DS	Mín	Máx	
JUNIO	30	1,29	2,02	0,00	9,00	30	0,92	1,22	0,00	5,10	30	0,84	1,09	0,00	5,00	0,713
JULIO	31	1,51	1,43	0,00	5,50	31	1,21	1,24	0,00	5,10	31	0,65	0,72	0,00	2,60	0,054
AGOSTO	31	1,21	0,87	0,00	3,10	31	1,09	0,80	0,00	2,90	31	0,75	0,72	0,00	3,10	0,051
SETIEMBRE	29	1,32	1,00	0,00	3,30	29	1,08	0,90	0,00	3,00	29	0,62	0,60	0,00	2,30	0,016
OCTUBRE	31	0,36	0,70	0,00	2,70	31	0,36	0,72	0,00	2,60	31	0,18	0,38	0,00	1,25	0,252
NOVIEMBRE	24	0,06	0,11	0,00	0,40	24	0,03	0,06	0,00	0,20	24	0,02	0,03	0,00	0,10	0,605

*Nivel de significancia ≤ 0.05

*Prueba de Kruskal Wallis

Para comparar el volumen de agua promedio según la dirección del viento, se aplicó previamente la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro Wilk, lo que determinó que la muestra estudiada no presenta distribución normal, por lo tanto se aplicó pruebas no paramétricas (Anexo 2). Se utilizó la prueba Kruskal Wallis (prueba no paramétrica para comparar tres medias o más de grupos independientes) con un nivel de significancia de 0.05. Los resultados señalan diferencias no significativas entre el volumen recaudado promedio en los todos los meses ($p > 0.05$) con excepción del mes de setiembre ($p = 0.01$) (ver Anexo 3).

Tabla 7: Propiedades físico-químicas del agua captada de julio a setiembre de 2016.

Día	Turbiedad (NTU)	pH	Conductividad eléctrica (uS/cm)
01/07/2016	38.7	6.73	12.37
07/07/2016	31.4	6.75	11.92
20/07/2016	34.3	6.81	860.6
10/08/2016	70.5	6.39	2.94
10/08/2016	8.26	5.75	3.62
17/08/2016	13.6	6.16	3.75
24/08/2016	4.45	6.26	912.6
02/09/2016	21	5.98	901.4
08/09/2016	7.77	5.86	1291
15/09/2016	24.5	6.09	2.95
21/09/2016	17.6	6.49	1273
29/09/2016	17.8	6.24	5.7

Con relación a la turbiedad, la mayor y menor turbiedad se registraron en agosto (70.5 NTU y 4.45 NTU respectivamente). Todos los valores encontrados superan el límite máximo permisible de turbiedad referente (≤ 5 NTU).

Respecto del pH, los valores registrados fueron similares entre sí. Considerando el límite máximo permisible de pH 6.5-8.5, sólo en julio se obtuvieron valores dentro de ese rango, mientras que en agosto y setiembre estuvieron debajo de un pH 6.5.

En cuanto a la conductividad, el mayor y menor valor se registraron en agosto (912.6 us/cm y 2.94 us/cm respectivamente). Todos los valores fueron menores a la conductividad máxima permisible de 1500 us/cm.

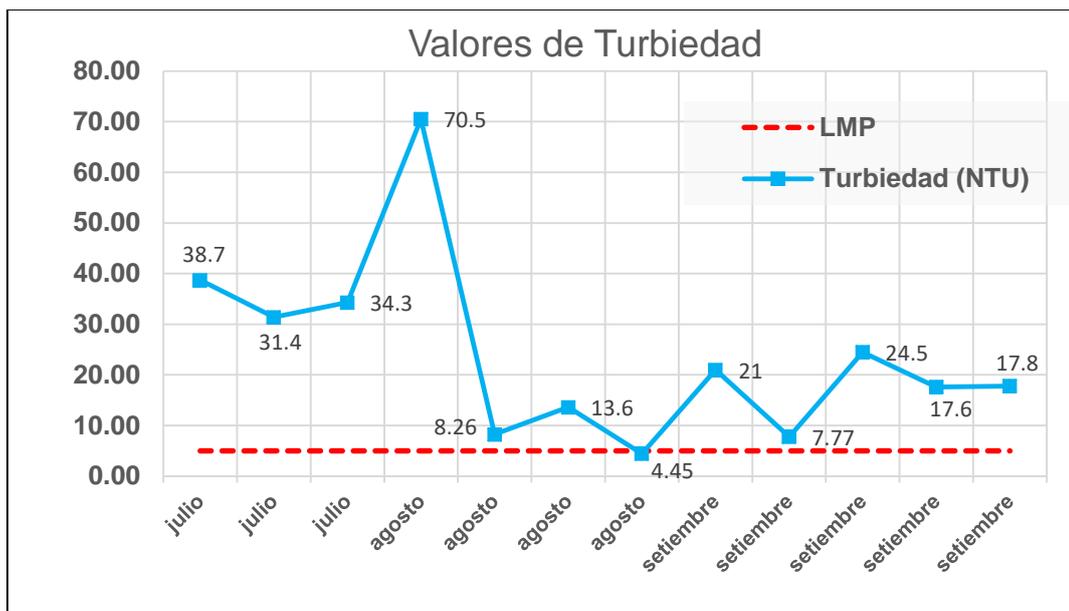


Figura 9. Valores de turbiedad del agua captada de julio a setiembre de 2016 y límite máximo permisible.

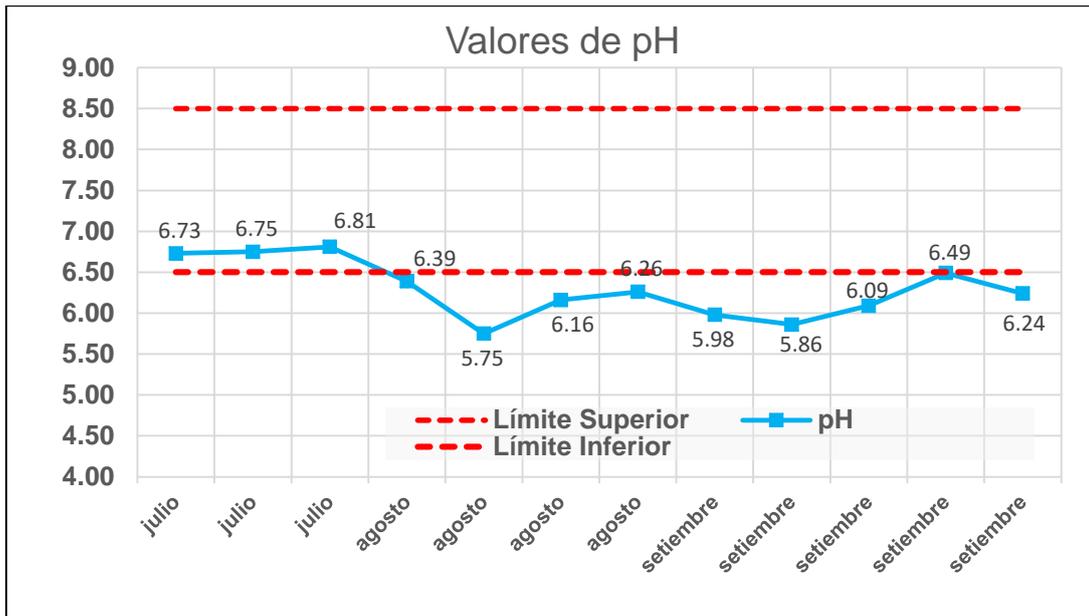


Figura 10. Valores de pH del agua captada de julio a setiembre de 2016 y límite máximo permisible.

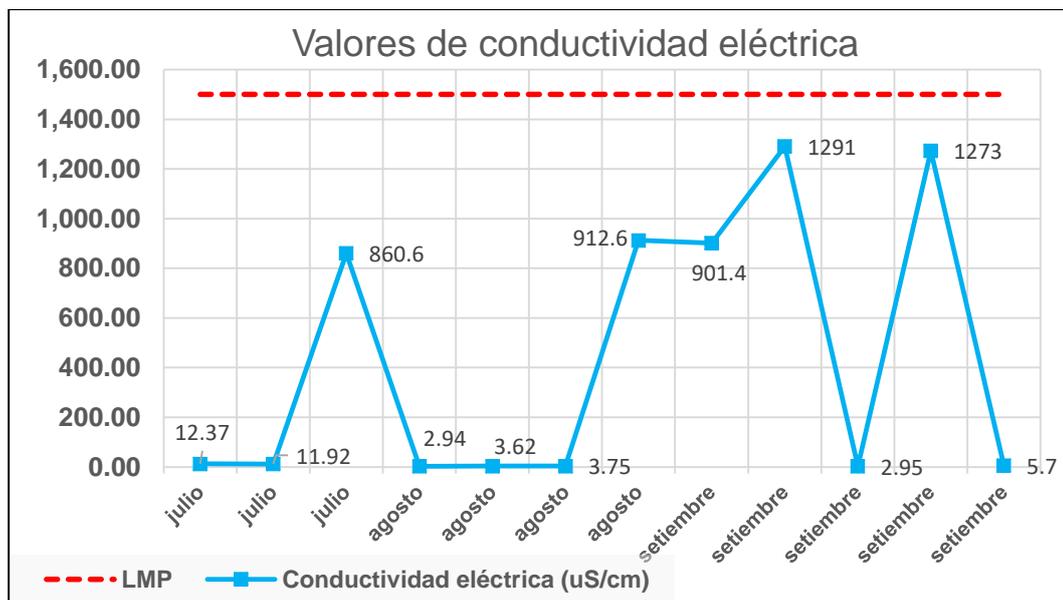


Figura 11. Valores de conductividad eléctrica del agua captada de julio a setiembre de 2016 y límite máximo permisible.

Tabla 8: Datos microbiológicos del agua captada de julio a setiembre de 2016

Mes	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Coliformes Fecales (NMP/100 mL)
21 jul	11000	<1.8
17 ago	7900	49
24 ago	1300	7,8
8 set	130	<1.8
21 set	200	17

El valor mayor de coliformes totales y fecales, se registró en julio, con un valor de 11000 NMP/100ml y en agosto de 49 NMP/100ml respectivamente. El menor valor de coliformes totales fue registrado en setiembre con 130 NMP/100ml. Sobrepasando en todos estos casos el límite máximo permisible tanto para coliformes fecales como totales.

Sólo en julio y setiembre se registraron valores menores al límite máximo permisible de ≤ 1.8 /100ml.

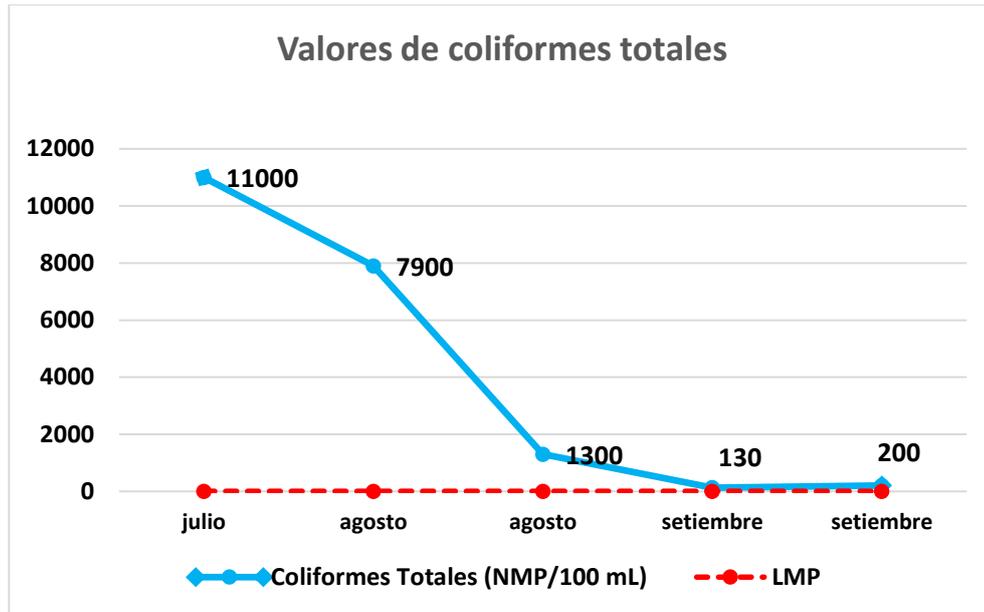


Figura 12. Unidades formadoras de colonias de coliformes totales por cada 100 ml.

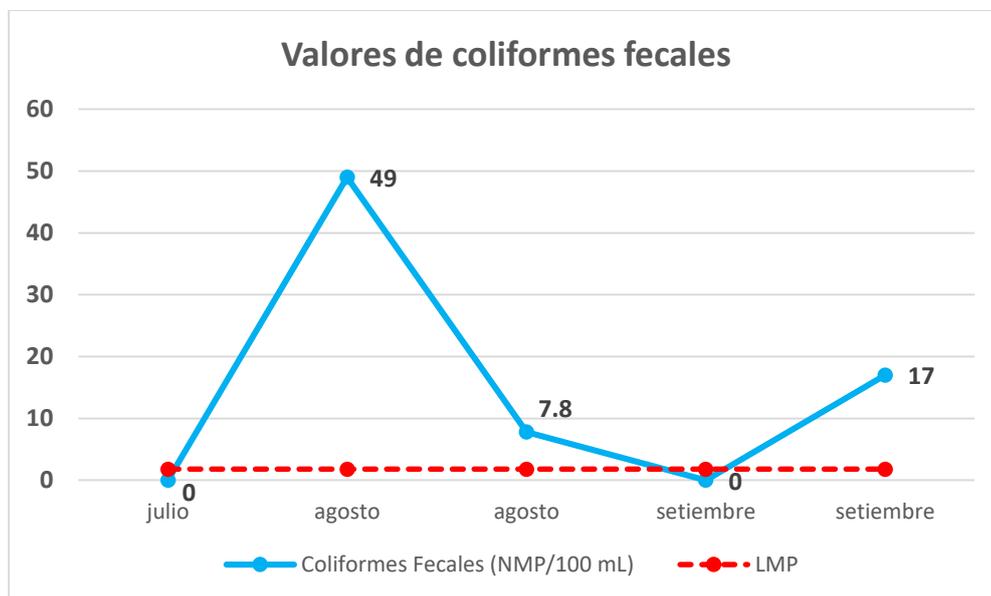


Figura 13. Unidades formadoras de colonias de coliformes fecales por cada 100 ml.

VII. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la captación de agua fueron variados, debido a que hubo días donde se captó buena cantidad de agua y días donde no se obtuvo agua; los volúmenes más altos captados para los tres neblinómetros fueron en junio y julio; para el neblinómetro instalado para interceptar los vientos del sur la mayor producción de agua diaria fue el 3 de junio, recolectándose 9 l/m²; para el suroeste se obtuvo que los días con mayor captación de agua fueron el 3 de junio y el 16 de julio, en ambos días se recolectó 5,1 l/m²; y por último en el caso del neblinómetro que intercepta los vientos del oeste el día que se captó mayor volumen de agua fue el 15 junio con 5 l/m², estos resultados son menores a los obtenidos en Cerro Orara, donde la producción diaria máxima del neblinómetro que capta vientos del sur fue de 33 l/m², siendo un valor excepcional ya que sólo en 6 días se obtuvieron valores superiores a 30 litros (Cereceda, Pilar; Schemenauer, Robert; Suit, Marcela, 1993).

Los resultados encontrados en este estudio son mayores a los encontrados en el estudio realizado por Contreras Vladimiro en el 2012, en la Urb. Antonia Moreno de Cáceres en el distrito de Ventanilla, Callao, a 6 km del mar, a 215 msnm, y a la misma latitud, la cantidad de agua captada con el atrapaniebla convencional fue muy variable, ya que hubo días donde se captó 0.002 l/m² y otro donde se captó hasta 0.225 l/m² (Contreras, 2012).

Estos resultados pueden deberse a las condiciones climáticas del lugar, dado que según datos obtenidos de la Estación Meteorológica y Aeronáutica del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, perteneciente a CORPAC S.A., los días donde se captaron mayor volumen de agua la presencia de nieblas fue constante durante todo el día, mientras que el porcentaje de humedad fue de 87.2%, con una temperatura mínima de 17°C, y una velocidad del viento de 7,7 km/h; siendo estas condiciones climatológicas influyentes en la formación de la niebla.

Otra explicación puede ser la descrita por Schemenauer y Joe (Schemenauer & Joe, 1989) donde indicaron que una de las posibles causas de mayor captación, es por la presencia de elementos convectivos en la nube, donde se pudo producir una ligera llovizna, la cual ha sido captada por los neblinómetros, por lo tanto el tamaño de las gotas de la neblina puede haber sido mayor a lo habitual, con mayor contenido de líquido, esto aumentaría la eficiencia de captación del neblinómetro.

Con relación a la tasa de captación media mensual del neblinómetro que intercepta los vientos del sur se puede observar que decrece en octubre y noviembre, obteniéndose un promedio de 1.29 l/m²/día en junio, 1.51 l/m²/día en julio, 0.36 l/m²/día en octubre y 0.06 l/m²/día en noviembre, coincidiendo la disminución de la captación de agua conforme nos acercamos a primavera; estos valores son mucho menores a los obtenidos por Cereceda, Schemenauer y Suit en 1993, donde obtuvieron en

neblinómetros instalado en la misma dirección, un mayor volumen de agua, si relacionamos estos valores con los registrados en el Cerro Orara – Ancón, podemos indicar que la captación de agua es mucho menor, dado que el volumen promedio de captación de agua en diciembre fue de 6 l/m²/día, mientras que en agosto el promedio máximo fue de 10.8 l/m²/día, en tanto que en Lomas de Ancón se obtuvo un promedio de 8.3 l/m²/día en setiembre, y 8.6 l/m²/día en octubre.

En un estudio realizado en dos lomas de Arequipa: las Lomas de Mejía y las Lomas de Atiquipa; donde se instalaron neblinómetros con las mismas características, se encontró para el primer lugar un promedio de 6.7 l/m²/día de agua captada desde 1995 al 2003; mientras que en Atiquipa, se obtuvo un promedio de 21.5 l/m²/día, en el periodo de 1996-97 y 2002-2006. Siendo estos valores superiores a los encontrados en Ventanilla. Es importante señalar, que los promedios más altos de captación de agua para Mejía se dieron en setiembre y octubre; en cambio en Atiquipa, fueron en julio, agosto y setiembre (González Molina & Torres Guevara, 2009).

Valores superiores fueron encontrados por Larrain, H. et al en el 2002, en un estudio realizado en una zona norte de Chile, donde estudiaron la captación de agua de niebla por aproximadamente tres años, en seis lugares diferentes, encontraron un promedio diario de captación de agua de 8.26 l/m² en Cerro Moreno, 7.81 l/m² en Alto Patache, 3.36 l/m² en Paposos,

2.98 l/m² en El Tofo, 1.43 l/m² en Falda Verde y 0.93 l/m² en el Cerro Guatalaya.

De igual modo, Molina José y Escobar Concepción, captaron valores superiores de agua en un estudio realizado en 4 diferentes lugares de la zona sur de los Andes Colombianos, donde implementaron neblinómetros con la mismas características que los instalados en el presente estudio; obteniendo valores de captación de agua de neblina mayor que en el presente estudio, el promedio máximo recolectado fue en la zona de Las Torres, siendo el valor de 3.68 l/m²/día, mientras que el menor resultado se encontró en la zona de El Trillo, donde el promedio mínimo fue de 0.14 l/m²/día (Molina & Escobar, 2005).

Larrain et al, en un estudio realizado Falda Verde – Chile, en donde por un periodo de dos años, estudiaron la captación de agua de neblina, en el cual utilizaron neblinómetros según lo propuesto por Schemenauer y Cereceda en 1994, instalados a 600 msnm, lo cual les sirvió para realizar una comparación con lo encontrado en los estudios realizados en diferentes lugares de Chile (Alto Pachache, Cerro Guatalaya, Cerro Moreno, Paposo y El Tofo), encontraron un promedio de captación de agua de neblina de 1.43 l/m²/día, siendo un valor inferior a los encontrados en Cerro Moreno (8.26 l/m²/día), Alto Pachache (7.81 l/m²/día), Paposo (3.36 l/m²/día), y El Tofo (2.98 l/m²/día), pero superior al encontrado en Cerro Guatalaya (0.93 l/m²/día) (Larrain, y otros, 2002). Si comparamos el resultado encontrado en Falda Verde con el obtenido en el Asentamiento Humano Leandra

Ortega, podemos ver que es similar el captado en el mes de julio (1.46 l/m²/día).

Es importante señalar que los meses donde se captó mayor volumen de agua fue en junio y julio, mientras que en octubre y noviembre la cantidad captada fue mínima, esto puede explicarse debido a que la temperatura va incrementado en los meses correspondientes a primavera y verano, mientras que la humedad disminuye (ver Anexo 4 y 5), por lo tanto la presencia de niebla también disminuye, lo cual coincide con el estudio realizado por Cereceda et al, en el Desierto de Atacama – Chile, donde concluyeron que el mejor periodo para captar agua de niebla ocurre durante el invierno y la primavera (Cereceda, Larrain, Osses, Farías, & Egaña, 2008).

A la vez, Canziani en 1988, concluyó que los meses donde se observa densas nieblas en las lomas costeras del Perú son en invierno, además Ferreyra en 1986 indicó que la corriente peruana en el invierno contribuye a la formación de niebla; por lo tanto según lo indicado, en invierno hay mayor formación de niebla.

Al examinar los datos de captación de agua, se puede observar que existe una gran variabilidad en los totales diarios captados (ver Anexo 6), por lo tanto no se puede definir un patrón de comportamiento temporal, sólo se

puede indicar que la captación de agua desciende al acercarnos a los meses de primavera y verano.

Al comparar el volumen recaudado en los tres neblinómetros, se obtuvo que la mayor captación de agua fue en el neblinómetro que intercepta los vientos del sur, recaudando en los seis meses de estudio un valor de 173,83 l/m², seguido por el suroeste que recolectó 142,2 l/m², y por último el del oeste que captó en los seis meses un valor de 92,42 l/m²; esto puede explicarse a que el trayecto del viento que predominó fue el sur y suroeste (Municipalidad Provincial del Callao, 2010) (Cereceda, Pilar; Schemenauer, Robert; Suit, Marcela, 1993); según un estudio realizado por cinco meses en Lima, se concluyó que los vientos del sur son los que predominan (Cereceda, Pilar; Schemenauer, Robert; Suit, Marcela, 1993).

Asimismo, al analizar los datos obtenidos de la Estación Meteorológica y Aeronáutica del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, perteneciente a CORPAC S.A., en el 2016 los vientos predominantes provienen del sur. Asimismo, al realizar las rosas de viento para el 2016, se obtuvo que en otoño e invierno las direcciones predominantes de los vientos fueron sur y suroeste, mientras que para primavera la dirección predominante fue sur.

Debemos indicar que al comparar la altura a la cual se instalaron los neblinómetros es inferior a otros estudios ejecutados en Lima, por ejemplo

al comparar estos resultados con los obtenidos por Claros Dilmar, en La Reserva Nacional de Lachay, donde en el 2009 durante seis meses de estudio (junio a noviembre) se captó 158,2 l/m², en el 2010, 382.48 l/m², en el 2011, 1,192.54 l/m² y en el 2012, 90,69 l/m², captándose mayor volumen de agua que en el Asentamiento Humano Leandra Ortega, esto puede deberse a la altura a los que fueron ubicados los neblinómetros, ya que en Lachay fueron ubicados a 550 msnm, mientras que en el presente estudio fueron ubicados a 135 msnm, y la niebla costera se forma a partir de los 400 msnm, es a partir de esta altura que se puede obtener mayor captación de agua.

De igual manera sucede en los estudios realizados en Cerro Orara - Ancón y en las Lomas de Ancón – Pasamayo, ya que los neblinómetros fueron instalados a mayor altura, estando instalados a 430 msnm y 720 msnm respectivamente, donde a 720 msnm se recolectó mayor volumen de agua (Cereceda, Pilar; Schemenauer, Robert; Suit, Marcela, 1993), esto podría explicar porque la captación de agua fue menor en el presente estudio.

En tanto que, en el estudio realizado por Medina, J, en Quebrada Verde - Pachacámac, el neblinómetro fue colocado a 474 msnm, se recolectó durante los tres meses de estudio (junio – agosto) un valor total de 67.63 l/m², siendo los promedio diarios entre 0.016 l/m²/día y 0.995 l/m²/día (Medina Quiñones, 2010); siendo estos valores un poco inferior a los del

presente estudio, a pesar que los neblinómetros fueron instalados a una mayor altura.

Respecto de la calidad del agua, se encontró que casi todos los parámetros analizados, excedieron el límite máximo permisible para consumo humano, a excepción de la conductividad eléctrica, establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA (Dirección General de Salud Ambiental , 2010). No es común que estos resultados aparezcan en el agua de la niebla; esto puede deberse a que el viento transporta diferentes contaminantes presentes cerca del lugar de estudio.

Según Gonzáles y Torres en el 2009, señalan que la polución del agua de niebla, se debe sustancialmente a la cercanía al mar, a la tierra y los aerosoles.

En cuanto a los valores obtenidos para turbiedad para el mes de julio se obtuvo un promedio de 34,80 NTU, para agosto de 24,2 NTU y en setiembre de 17,73 NTU, todos los valores sobrepasan el límite máximo permisible de turbiedad de 5 NTU; la elevada turbiedad obtenida se puede deber al polvo en suspensión presente en el lugar, el cuál es transportado por el viento, ya que es una zona de arenal. Además debemos tener presente que la humedad favorece a que se desarrolle cierto tipo de microflora, como son las algas y los líquenes, favoreciendo el aumento de

la turbiedad del agua. Asimismo, no se encontró relación entre la turbiedad encontrada en el agua captada de la niebla con los coliformes fecales (ver Anexo 7).

El valor del pH en los tres meses tienden a una ligera acidez, ya que son valores menores a 6.81, para la DIGESA (2011) el pH óptimo para agua potable es de 6.5 a 8.5.

Con relación a la conductividad eléctrica, se obtuvo un promedio mensual de 230.73 us/cm hasta 694.81 us/cm, siendo todos los valores menores a la conductividad máxima permisible de 1500 us/cm, estos valores están relacionados con la influencia de la cercanía al mar, donde el viento transporta los iones.

Respecto de los datos microbiológicos obtenidos, para coliformes totales y fecales, se obtuvieron valores superiores al límite máximo permisible, lo cual puede estar relacionado a la afluencia de animales, debido a que estos microorganismos se encuentran en el intestino de diversos animales, y en esta zona es común ver la presencia de diferentes aves, dado que en varias oportunidades se hallaron signos de restos fecales de aves en las canaletas y en la parte superior de los neblinómetros.

Estos resultados de calidad del agua, coinciden con los encontrados por Jofre, Rodolfo; Cervantes, Juan y Barradas, Víctor en el 2015, donde al

analizar la calidad de agua de niebla en Veracruz, México, encontraron que no es apta para uso humano y deben pasar por un tratamiento para cumplir dicho fin (Jofre Meléndez, Cervantes Pérez, & Barradas, 2015).

Caso contrario, fue lo encontrado por García, César; Vaca, Martha y García, Juan en el 2013, donde evaluaron el agua para consumo humano de la captación de agua de nieblas en Cundinamarca, Colombia, donde casi todos los factores físico-químicos y microbiológicos analizados, cumplen con los criterios de calidad fijados en su reglamento, con excepción del pH, donde recomiendan ajustar el valor del pH (García Ubaque, Vaca Bohórquez, & García Ubaque, 2013).

Según lo encontrado por Medina, J, en Pachacámac, se observa que los valores de pH fluctúan entre 6.80 y 8.62, siendo estos resultados más cercanos a la neutralidad o en algunos de los casos ligeramente alcalinos. Mientras que los valores de conductividad eléctrica fueron menores, encontrándose valores entre 3.7 us/cm y 53.3 us/cm, a pesar que este estudio también se encuentra cercano al mar.

Los resultados encontrados de los análisis de calidad de agua, indican que no es posible utilizar el agua captada de la niebla de forma directa para uso humano, por lo tanto se necesita algún tipo de tratamiento para purificar el agua y así salvaguardar la salud de los habitantes de este asentamiento.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones:

- El neblinómetro que recolectó mayor cantidad de agua fue el que se instaló para captar los vientos provenientes del sur. No obstante ello, no se encontró diferencia significativa entre los tres neblinómetros, por lo tanto se puede colocar los neblinómetros en cualquiera de las tres direcciones estudiadas.
- Los meses donde se captó mayores volúmenes de agua fueron en junio, julio, agosto y septiembre. Esto puede explicarse debido a que, en dichos meses, la temperatura es menor. Como se sabe, la temperatura va incrementado en primavera y verano, mientras que la humedad disminuye, por lo que la presencia de niebla también disminuye.
- El agua captada durante el periodo de muestreo no es apta para consumo humano directo, debido a que los parámetros (pH, turbiedad, coliformes totales y coliformes fecales) excedieron el Límite Máximo Permisible, señalado en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, a excepción de la conductividad eléctrica.

2. Recomendaciones:

- Instalar una estación meteorológica en el área de estudio, con el propósito de conocer con más precisión las variables del clima que pudieran afectar la captación de agua de niebla.
- Realizar alguna modificación al modelo utilizado del neblinómetro, y así evitar que las aves se paren y contaminen el agua.
- Realizar pruebas con relación a la presencia de metales pesados en el agua, para poder conocer cuáles son los elementos que contaminan el agua y así elegir con precisión el mejor tratamiento de purificación.
- Realizar más estudios de la cantidad y calidad del agua captada de la niebla, no sólo en el sitio de estudio, sino en otros lugares de la costa peruana donde la frecuencia de niebla permita captar un volumen significativo de agua, y a partir de ello desarrollar una fuente alternativa de abastecimiento de agua en lugares con falta de agua potable.
- Realizar estudios sobre el costo del tratamiento del agua de niebla y así evaluar si es factible su implementación con el fin de ser utilizada por la población.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd Edition*. Washington DC.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Aránguiz, G., Morales, F., Nieto, J., & Silva, G. (2009). *Diseño generativo aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de Chile*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Aurazo, M. (2004). *Manual para análisis básicos de la calidad del agua de bebida*. Lima, Perú: Organización Panamericana de la Salud.
- Aznar, A., & Álvaro, A. (2000). Determinación de los parámetros fisicoquímicos de calidad de las aguas. *Gestión Ambiental*, 12-19.
- Bonavia, D. (1991). *Perú, Hombre e Historia: De los orígenes al Siglo XV*. Perú: Edubanco.
- Canziani, J. (1998). Las lomas de Atiquipa un caso de paisaje natural en la costa desértica del sur del Perú. *CONDESAN*, 169-190.
- Cárdenas, J. (2014). *Guía para realizar el monitoreo de la precipitación: midiendo la cantidad de precipitación*. Perú: Globe Perú.
- Caritas de Venezuela-DIPECHO VII. (20 de marzo de 2017). *Manual para la elaboración de un pluviómetro comunitario*. Obtenido de http://herramientas.cridlac.org/documentos/H_7_Guia_manual_pluviometro_casero_Caritas.pdf

- Cereceda, P. (2014). La Niebla: Localización geográfica y recurso hídrico. En P. Cereceda, P. Hernández, J. Leiva, & J. Rivera, *Agua de niebla* (págs. 13-14). Chile: Impresora La Discusión S. A.
- Cereceda, P., & Schemenauer, M. (1992). An alternative water supply for Chilean coastal desert villages. *International journal. J. Water Resources Development*, 53-59.
- Cereceda, P., Larrain, H., Osses, P., Farías, M., & Egaña, I. (2008). The spatial and temporal variability of fog and its relation to fog oases in the Atacama Deserte, Chile. *Elsevier*, 312-323.
- Cereceda, P., Larraín, H., Osses, P., Schemenauer, R., Farías, M., & Lagos, M. (2002). Advective, orographic and radiation fog in the Tarapacá Region, Chile. *Atmospheric Research, ELSEVIER*, 261-271.
- Cereceda, Pilar; Schemenauer, Robert; Suit, Marcela. (1993). PRODUCCION DE AGUAS COSTERAS EN PERU. *ALISOS*, 63-74.
- Claros, D. (S.F.). *Gestión del Agua y Biodiversidad en la Reserva Nacional De Lachay*. Lima, Perú: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Contreras, V. (2012). *Diseño, construcción y evaluación de un prototipo mejorado de atrapanieblas en el distrito de Ventanilla-Callao (tesis de maestria)*. Callao: Universidad Nacional del Callao.
- Corell, D. (2014). *Estudio estadístico de la potencialidad de uso del agua de niebla como recurso hídrico en el litoral mediterráneo de la Península Ibérica (tesis doctoral)* . Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

Cruzat, A. (2004). El uso de las nieblas en la recuperación del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. En F. Squeo, J. Gutiérrez, & I. Hernández, *Historia Natural del Parque Nacional Bosque Fray Jorge* (págs. 281-292). La Serena, Chile: Ediciones Universidad de La Serena.

Díaz, W., & Orellana, D. (2011). *Implementación de un sistema electrónico para el monitoreo meteorológico remoto y la captación de flujo nuboso en la parroquia del Cañar Canton Cañar (tesis de pregrado)*. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.

DIGESA. (2011). Obtenido de Ministerio de Salud:
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

DIGESA. (17 de marzo de S.F.). Obtenido de Ministerio de Salud:
http://www.digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/informe_tecnico_gesta_agua.pdf

DIGESA. (S.F.). Obtenido de Ministerio de Salud:
http://digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/informe_tecnico_gesta_agua.pdf

Dirección General de Salud Ambiental . (23 de marzo de 2010). *Ministerio de Salud*. Obtenido de
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Dirección Nacional de Saneamiento. (23 de marzo de 2006). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Obtenido de

http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf

El Comercio. (24 de Setiembre de 2013). El agua más cara. *El Comercio*.

Ferreyra, R. (1986). *Flora y vegetación del Perú. Gran geografía del Perú*. España: Manfer-Juan Mejía Baca.

Fessehaye, M., Adbul-Wahab, S., Savage, M., Kohler, T., Gherezghiher, T., & Hurni, H. (2014). Fog water collection for community use. *Renewable and sustainable energy reviews. EISEVIER*, 52-62.

Ffolliot, P., L, B., & Hernández. (2001). *Natural Resources Management Practices: a primer*. USA: Iowa State University Press.

García Ubaque, C., Vaca Bohórquez, M., & García Ubaque, J. (2013). Factibilidad técnica y de salud pública de la recolección de aguas nieblas: estudio de caso. *Revista salud pública*, 366-373.

Gobierno Regional del Callao. (marzo de 24 de 2017). *Sistema de información territorial Regional, Región Callao*. Obtenido de http://sitr.regioncallao.gob.pe/documentoscontenido_doc/FICHAS%201-20-corel%2013.pdf

Gonzáles Molina, S., & 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*, 34-38.

Holdridge, L. (1953). *Ecología Vegetal*. San José: IICA.

INEI. (2015). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2014*. Lima.

- Instituto Geofísico del Perú. (2009). *Microzonificación sísmica del AA.HH. Pachacútec-Ventanilla (Callao) a partir del comportamiento dinámico del suelo (Registros de vibración ambiental)*. Lima, Perú.
- Jiménez, P., Talavera, C., Villegas, L., Ortega, A., & Villasante, F. (2006). *Las neblinas: potencia fuente de agua dulce en el desierto costero peruano*. Arequipa: Instituto de Ciencias y Gestión Ambiental de la Universidad Nacional San Agustín.
- Jofre Meléndez, R., Cervantes Pérez, J., & Barradas, V. (2015). Calidad de agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 122-130.
- Kaja, R. (2012). *Harvesting condensed water in dry areas (tesis de pregrado)*. Tampere, Finlandia: Tampere University of Applied Sciences.
- Klemm, O., Schemenauer, R., Lummerich, A., Cereceda, P., Marzol, V., Correl, D. V., . . . Valiente, J. (2012). Fog as a Fresh-Water Resource: Overview and Perspectives. *Ambio*, 221-234.
- Larrain, H., Velásquez, F., Cereceda, P., Espejo, R., Pinto, R., Osses, P., & Schenenauer, R. (2002). Fog measurements at the site Falta Verde north of Chañaral compared with other fog stations of Chile. *Elsevier*, 273-284.
- Ledesma, M., & Baleriola, G. (2002). *Metereología aplicada a la aviación*. España: Thomposon Paraninfo.

- Leiva, S., Zapata, M., Gayoso, G., & Chang, L. (2014). Diversidad Florística de la Loma Cerro Campana, Provincia Trujillo, Departamento La Libertad-Perú. *Arnaldoa* 21, 187 - 220.
- Louw, C., Van Heerden, J., & J, O. (1998). The South African Fog-Water Collection Experiment: Meteorological Features Associated with Water Collection Along the Eastern Escarpment of South Africa. *Water SA*, 269-280.
- Martos, D. (2009). *Estudio sobre la captación pasiva de agua de niebla y su aplicabilidad (tesis de maestría)*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Marzol, V. (2005). *La capacidad del agua de niebla en la isla de Tenerife*. Tenerife: Caja General de Ahorros de Canarias.
- Medina Quiñones, J. (2010). *Evaluación del potencial de captación y aprovechamiento de agua de niebla en Quebrada Verde, Pachacamac-Lima*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Mendez, F., & Feliciano, O. (2010). *Propuesta de un modelo socio económico de decisión de uso de aguas residuales tratadas en sustitución de agua limpia para áreas verdes (tesis de maestría)*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Mendoza, B., & Castañeda, F. (2014). *Criterios metodológicos para la definición de sistemas de captación de aguas con base en lluvia horizontal (tesis de especialista)*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.

Molina, J., & Escobar, C. (2005). La neblina como fuente de agua: evaluación de su colección en el sur de los Andes colombianos usando mallas de polipropileno. *Avances en recursos hidráulicos*, 33-41.

Mostacero, M., Mejía, F., Zelada, W., & Medina, C. (2007). *Biogeografía del Perú*. Perú: Asamblea Nacional de Rectores.

Municipalidad distrital de Ventanilla. (2006). *PLAN DE DESARROLLO CONCERTADO DEL DISTRITO DE VENTANILLA 2006-2015*. Callao.

Municipalidad distrital de Ventanilla. (2010). *PLAN DE DESARROLLO CONCERTADO DEL DISTRITO DE VENTANILLA AL 2021*. Callao.

Municipalidad distrital de Ventanilla. (2013). *PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2013-2017*. Callao.

Municipalidad Provincial del Callao. (28 de marzo de 2010). *Plan de desarrollo urbano de la provincia Constitucional del Callao, 2011-2022*. Callao.

Obtenido de http://www.municallao.gob.pe/contenidosMPC/transparencia/pdf/plan-urbano-2011/tomo1/03_PDU_%20Caracterizacion.pdf

Muñoz Portugal, I. (2011). Desigualdades en la distribución del agua de riego. El caso del valle de Ica. En J. León Castillo, & J. Iguíñiz Echeverría, *Desigualdad distributiva en el Perú: dimensiones* (págs. 268-270). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Naciones Unidas. (20 de agosto de 2017). *Agua para todos agua para la vida*. Obtenido de <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>

OGIMET. (05 de enero de 2017). *OGIMET*. Obtenido de <http://www.ogimet.com/>

ONU. (2010). *El derecho humano al agua y el saneamiento*. Obtenido de http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=es

ONU. (2014). *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas*. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

ONU. (S.F.). *Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC)*. Obtenido de http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/pdf/04%20risk_water_quality_esp_web.pdf

Organización Mundial de la Salud. (12 de enero de 2008). *Guías para la calidad del agua potable*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf?ua=1

Pérez, J. (2010). *Caracterización de la calidad del agua en la planta de tratamiento de agua potable y en la red de distribución en la ciudad de Yopal (tesis de pregrado)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Petterssen, S. (1969). *Introduction to Meteorology*. Estados Unidos: Me Graw Hill.

programme, W. w. (15 de julio de 2017). *Agua para todos agua para la vida, Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el Mundo*. Obtenido de <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>

Reascos, B., & Yar, B. (2010). *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades de Cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas (tesis de pregrado)*. Ibarra-Ecuador: Universidad Técnica del Norte.

Retallack, B. (1973). *Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico de la Clase IV-Volumne 1*. México: Organización Meteorológica Mundial.

Rivera, J., & Holmes, R. (2014). Diseño y eficiencia de atrapanieblas. En P. Cereceda, P. Hernández, J. Leiva, & J. Rivera, *Agua de niebla* (pág. 56). Chile: La Discusión S.A.

Schemenauer, R., & Cereceda, P. (1994). A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions. *American Meteorological Society*, 1313-1322.

Schemenauer, R., & Cereceda, P. (1994). Fog collection's role in water planning for developing countries. *Natural Resources Forum* 18, 91-100.

Schemenauer, R., & Joe, P. (1989). The collection efficiency of a massive fog collector. *Atmos. Res.*, 53-69.

- Schemenauer, R., Cereceda, P., & Osses, P. (2005). *FogQuest Fog-Water Collection Manual*. Toronto, Canadá: FogQuest.
- Schemenauer, R., Fuenzalida, H., & Cereceda, P. (1988). A neglected water resource, the Camanchaca of South America. *Bulletin American Meteorological Society*, 138-147.
- Soriano, M. (2015). *Niebla como fuente alternativa para suministro de agua (tesis de especialista)*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Talavera, C. (S.F). *El Rol del agua de las neblinas en la conservación y manejo de la biodiversidad de los ecosistemas de lomas, Lomas de Atiquipa*. Perú: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Tchobanoglous, G., & Schroeder, E. (1985). *Water quality: Characteristics, Modeling, Modification*. USA: Addison-Wesley.
- Theobald, M., Nierenberg, D., Styslinger, M., Kane, D., & Massey, A. (2011). Innovations in actions: Nourishing People and the Planet. *State of the World* , 13.
- Vargas, L. (2004). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Tratamiento de agua para consumo humano, plantas de filtración rápida. Manual I*. Lima, Perú: Organización Panamericana de la Salud.
- Vargas, M. (2010). *Estandarización del proceso de potabilización en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de San Vicente de Chucuri (tesis pregrado)*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

- Vistin, D. (2014). *Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de agua por medio de dos tipos de neblinómetros en las tres cuencas de la parroquia Achupallas, Cantón Alausi, provincia de Chimborazo (tesis de pregrado)*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Zabalketa; Ner group. (2013). *Captación de agua de niebla para reforestación en Perú y Bolivia. Informe técnico*. Perú y Bolivia.

X. GLOSARIO

1. Niebla:

Es la suspensión de gotitas de agua en la atmósfera y/o cristales de hielo muy pequeños, la cual reduce la visibilidad horizontal a menos de 1k de distancia. Es un fenómeno meteorológico.

2. Captación de agua de niebla:

Es una técnica artificial para captar agua, para que la niebla pueda ser usada como recurso hídrico, las pequeñas partículas de agua que las componen deben ser recolectadas mediante un sistema de captación de agua.

Se basa en colocar materiales que ayuden a la adhesión de las gotas de agua que están presentes en la niebla.

3. Neblinómetro:

Es un sistema que permite medir de forma directa la cantidad de agua líquida presente en la niebla. Están constituidos por marcos cuadrados de un metro cuadrado de área. Dentro de estos marcos se encuentra una malla, siendo la más utilizada la de polietileno de alta densidad, denominada Raschel de 35% de cobertura.

4. Calidad de agua:

Está referida a aquella agua libre de elementos que la puedan contaminar, y no sirva de medio para la transmisión de diferentes enfermedades. La calidad del agua debe definirse en función del uso que se le va a dar. Se determina al comparar las características físicas, químicas y microbiológicas de una determinada muestra de agua con las llamadas directrices.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Formato utilizado para anotar resultados.

NEBLINÓMETRO (dirección del viento)	DÍA	HORA	VOLUMEN	OBSERVACIONES

Anexo 2. Prueba de normalidad de la captación del agua según la dirección y los meses de recolección junio a noviembre 2016.

Pruebas de normalidad						
DIRECCIÓN			Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk	
			gl	Sig.	gl	Sig.
SUR	JUNIO	VOL_CAP	30	,000	30	,000
	JULIO	VOL_CAP	31	,025	31	,002
	AGOSTO	VOL_CAP	31	,200*	31	,087
	SETIEMBRE	VOL_CAP	29	,112	29	,056
	OCTUBRE	VOL_CAP	31	,000	31	,000
	NOVIEMBRE	VOL_CAP	24	,000	24	,000
SURESTE	JUNIO	VOL_CAP	30	,000	30	,000
	JULIO	VOL_CAP	31	,011	31	,001
	AGOSTO	VOL_CAP	31	,200*	31	,062
	SETIEMBRE	VOL_CAP	29	,055	29	,020
	OCTUBRE	VOL_CAP	31	,000	31	,000
	NOVIEMBRE	VOL_CAP	24	,000	24	,000
OESTE	JUNIO	VOL_CAP	30	,001	30	,000
	JULIO	VOL_CAP	31	,001	31	,000
	AGOSTO	VOL_CAP	31	,080	31	,002
	SETIEMBRE	VOL_CAP	29	,085	29	,005
	OCTUBRE	VOL_CAP	31	,000	31	,000
	NOVIEMBRE	VOL_CAP	24	,000	24	,000

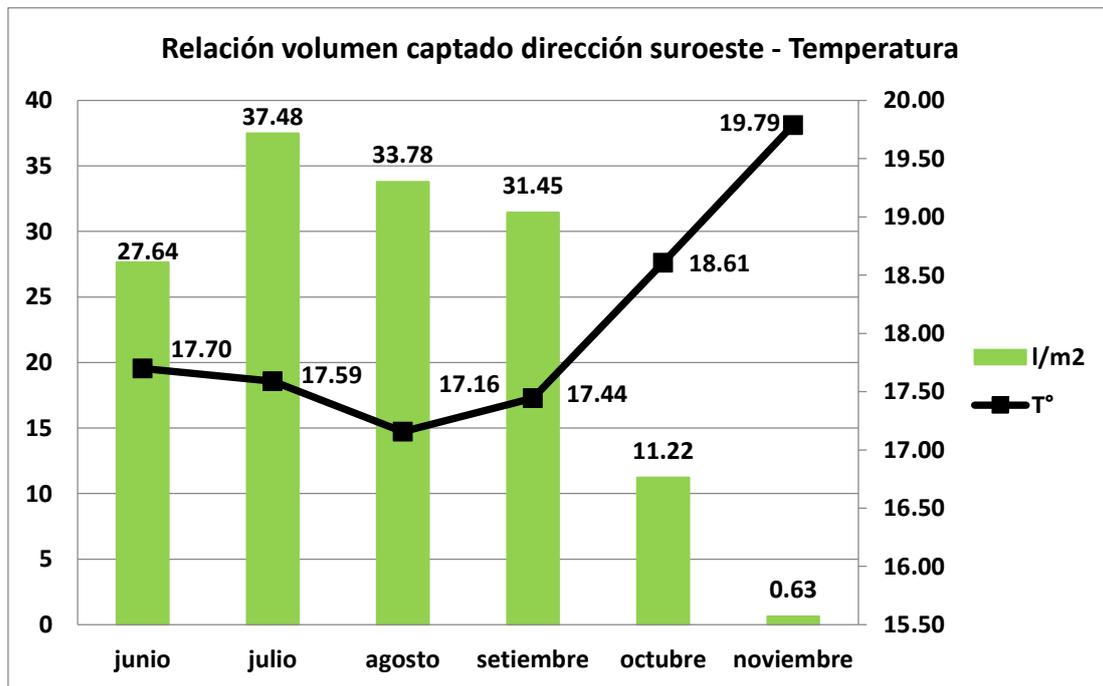
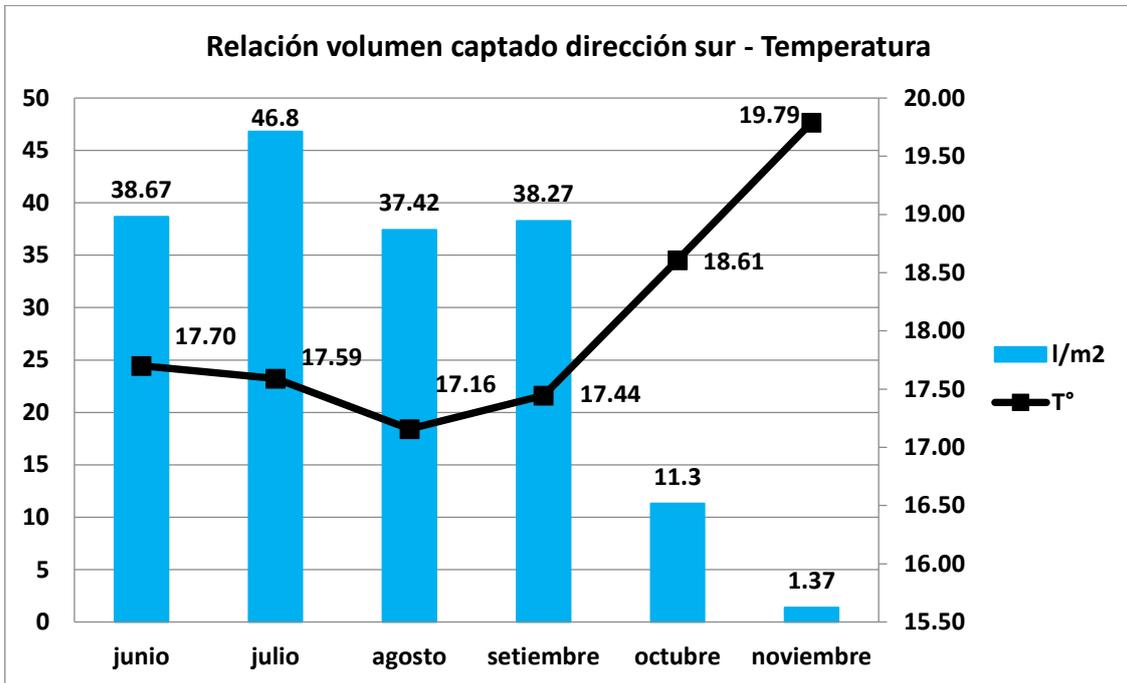
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

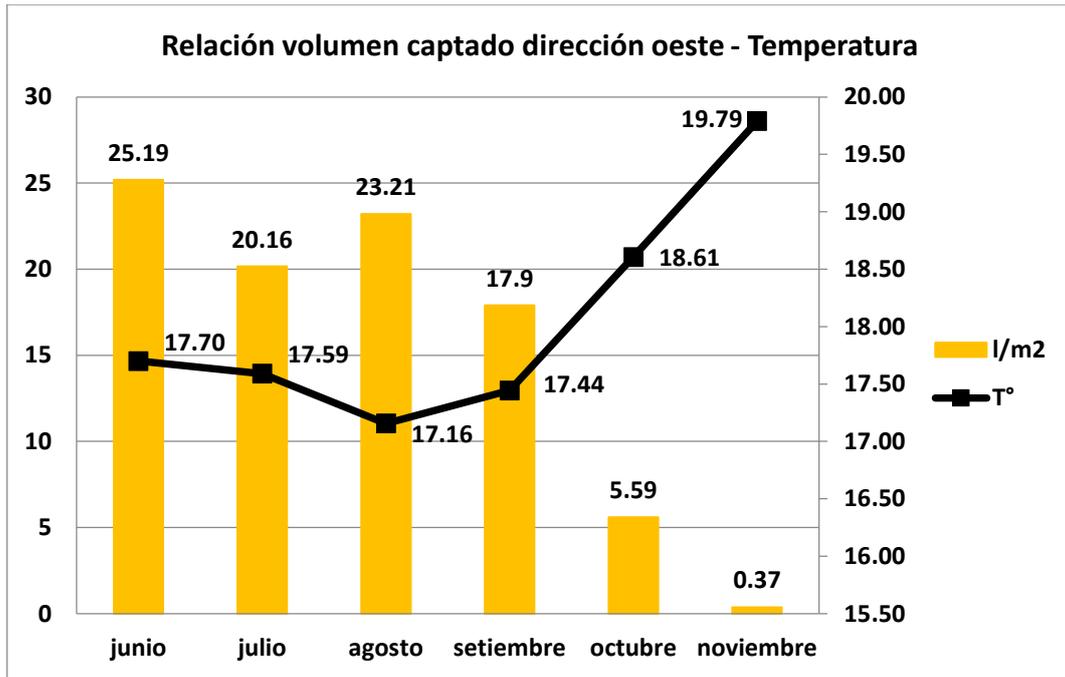
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo 3. Prueba de normalidad de la captación del agua según la dirección del viento.

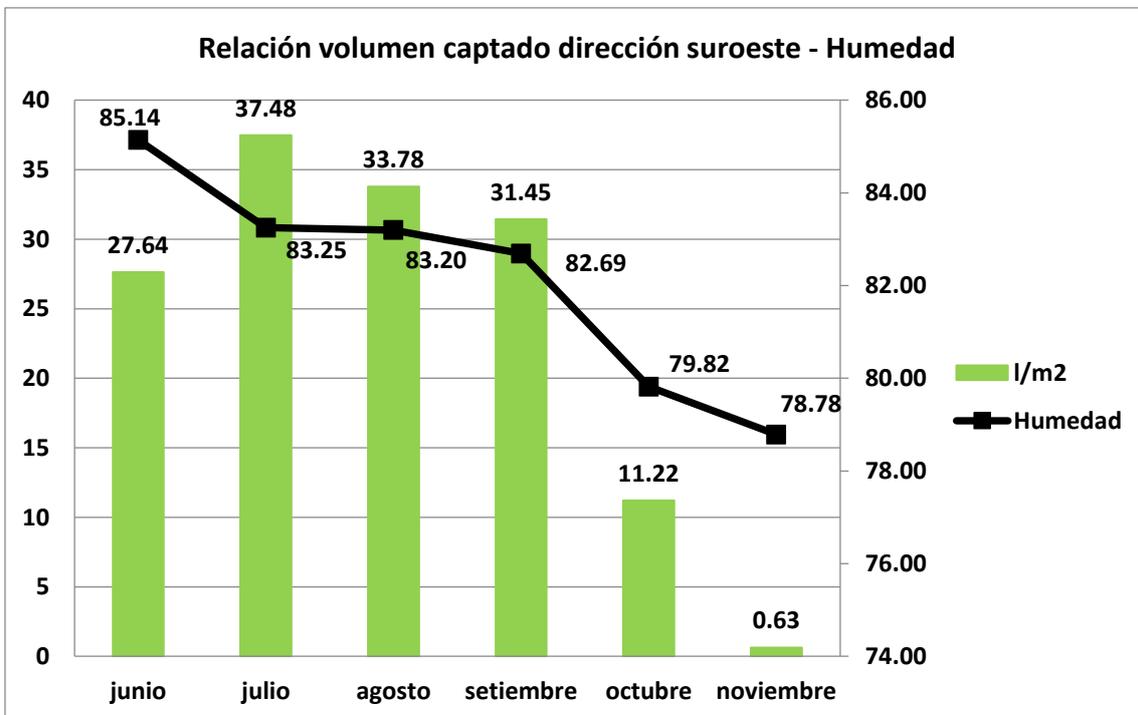
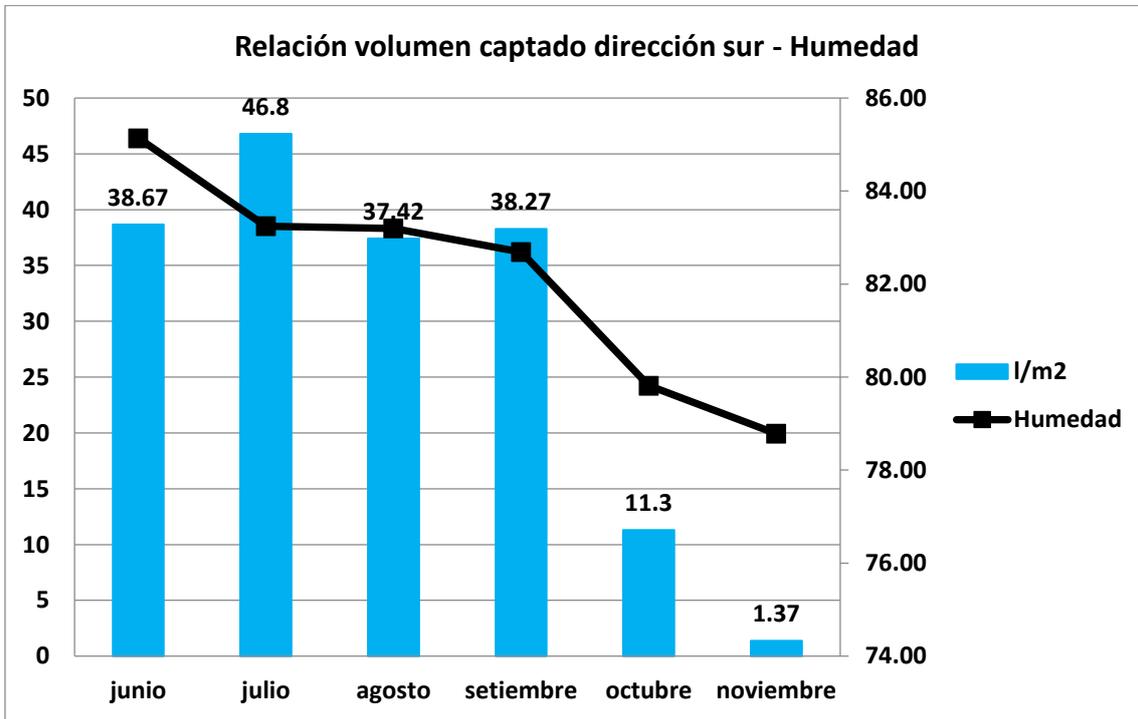
DIRECCIÓN		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SUR	VOL_CAP	,22	177	,00	,74	177	,00
SURESTE	VOL_CAP	,22	177	,00	,79	177	,00
OESTE	VOL_CAP	,24	177	,00	,73	177	,00

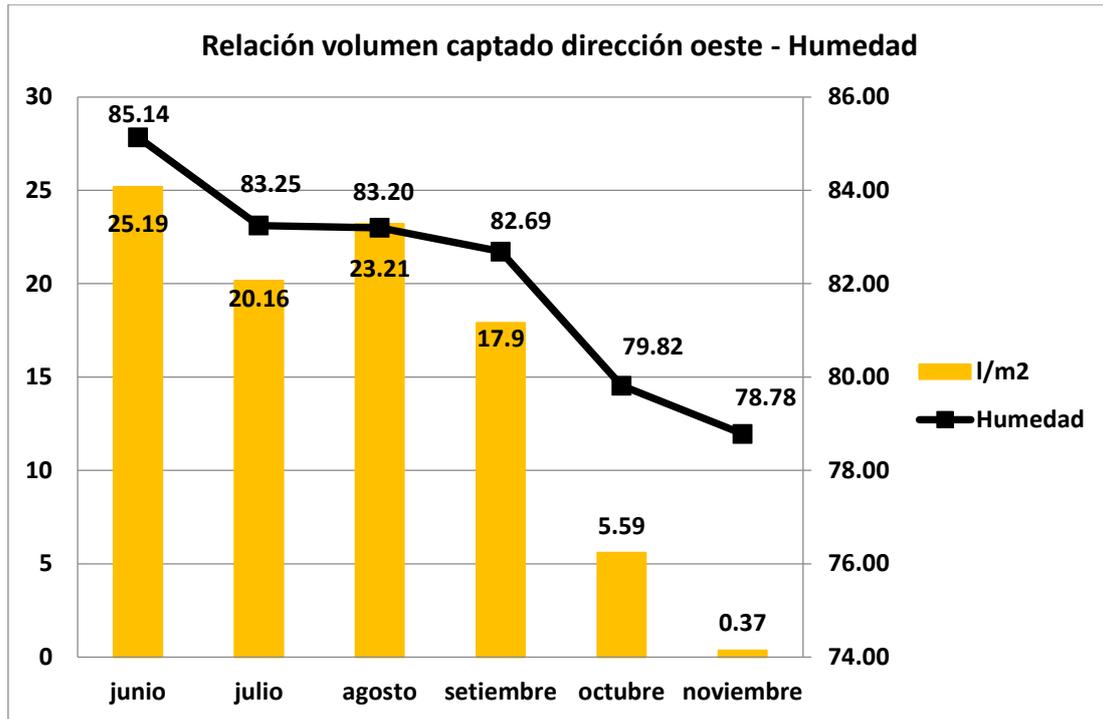
Anexo 4. Relación volumen captado de agua con Temperatura



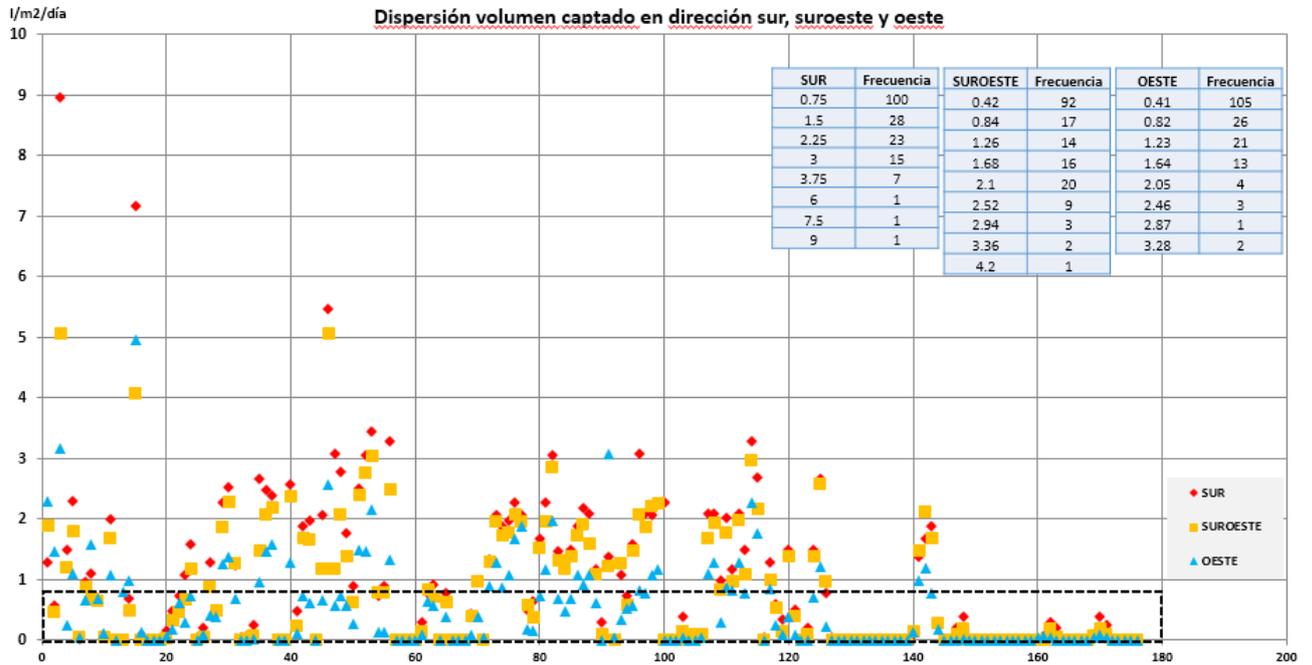


Anexo 5. Relación volumen captado de agua con Humedad

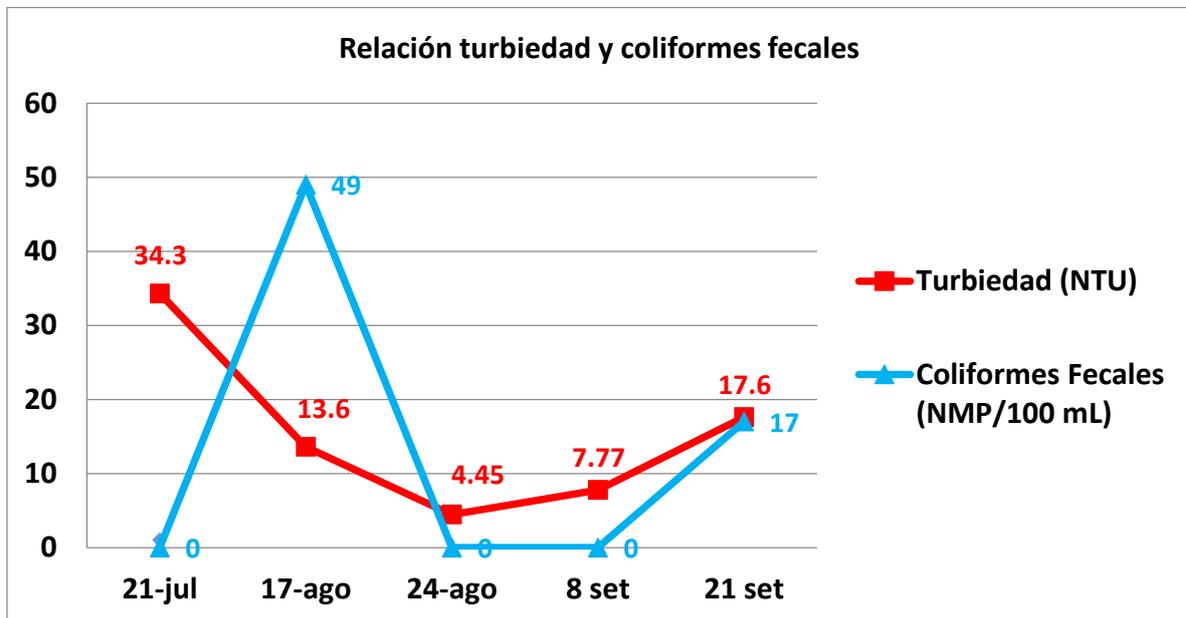




Anexo 6. Dispersión volumen captado en dirección sur, suroeste y oeste



Anexo 7. Relación turbiedad y coliformes fecales



Anexo 8. Registros fotográficos.









P5108 - Neblinas
Cód: PAC-02
UTM 18L
8642103mN
265082mE
135msnm.



Anexo 9. Resultados de Laboratorio



INFORME DE ENSAYO N° 104684-2016

RAZÓN SOCIAL : SUMPA S.A.C.
DOMICILIO LEGAL : CAL. MARIA ESCOBAR NRO. 159 INT. 102 URB. PANDO LIMA - LIMA - SAN MIGUEL
SOLICITADO POR : SOLEDAD LOPEZ MINAYA
REFERENCIA : RESERVADA POR EL CLIENTE
PROCEDENCIA : AA.HH. LEANDRA ORTEGA, DISTRITO VENTANILLA, REGIÓN CALLAO.
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2016-07-21
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2016-07-21
MUESTREO POR : EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Numeración de Coliformes Fecales	SM 9221 E. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 ^(a)	NMP/100mL
Numeración de Coliformes Totales	SM 9221 B. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.8 ^(a)	NMP/100mL
Recuento de Bacterias Heterotróficas por incorporación	SM 9215 B. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.	1	ufc/mL

L.C.: límite de cuantificación.

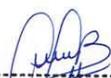
(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

II. RESULTADOS

Producto declarado	Agua de neblina	
Matriz analizada	Agua de neblina	
Fecha de muestreo	2016-07-20	
Hora de inicio de muestreo (h)	13:00	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	
Código del Cliente	PAC-02	
Código del Laboratorio	16071705	
Ensayo	unidades	Resultados
Numeración de Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/100mL	<1.8
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	110 x 10 ²
Recuento de Bacterias Heterotróficas por incorporación ⁽²⁾	ufc/mL	2000000

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(2) Medio de cultivo utilizado R2A, incubación 35°C ± 0.5°C x 48h.


 Juim. Belbeth Y. Fajardo León
 Director Técnico
 C.Q.P. N° 648
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Lima, 27 de Julio del 2016

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SWEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd Edition 2012. - EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana
OBSERVACIONES: Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S. A. C.. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 1

Cod: F101
 Versión: 08
 F.E: 08/2012

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú Central Telefónica: (511) 425-7227 / 425 6885 / 425 5564 / 425 6047 MÓVIL 994 976 442
 Website: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com, laboratorio@sagperu.com



INFORME DE ENSAYO Nº 105247-2016

RAZÓN SOCIAL	SUMPA S.A.C.
DOMICILIO LEGAL	CAL. MARÍA ESCOBAR NRO. 155 INT. 102 URS. TAJADO LIMA - LIMA - SAN JERÓNIMO
SOLICITADO POR	JOSE MANUEL FORNOCHEZ
REFERENCIA	RESERVA POR EL CLIENTE
PROCEDENCIA	RESERVA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	2016-06-17
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	2016-06-17
MUESTREO POR	EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYOS:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Numeración de Coliformes Fecales	SN 9221 B. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1,0 ²¹	NMP/100ML
Numeración de Coliformes Totales	SN 9221 B. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1,0 ²¹	NMP/100ML
Recuento de Bacterias Heterotróficas por Incorporación	SN 9213 B. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.	1	UFC/ML

L.C. - Límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser cuantitativas.

II. RESULTADOS

Producto analizado	Agua de redina	
Matriz analizada	Agua de redina	
Fecha de muestreo	2016-06-17	
Hora de inicio de muestreo (H)	09:20	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	
Código del Cliente	PA-C-02	
Código del Laboratorio	10381233	
Ensayo	ANÁLISIS	RESULTADOS
Numeración de Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/100ML	40
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100ML	76 x 10 ²
Recuento de Bacterias Heterotróficas por Incorporación ⁽²⁾	UFC/ML	1100000

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

(2) Medio de cultivo utilizado B2A, incubación 35°C a 0.6°C x 48h.


Quim. Beibeth Y. Fajardo León
Director Técnico
C.Q.P. N° 648
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

LIMA, 24 de Agosto del 2016

Este Servicio certificado por el Subcomité de Acreditación de Instituciones de Control de Calidad de Perú (SCICCP) de la Asociación Peruana de Instituciones de Control de Calidad (APIC) y el Comité de Acreditación de Instituciones de Control de Calidad de Perú (CAICCP) de la Asociación Peruana de Instituciones de Control de Calidad (APIC). Este servicio está certificado por el Subcomité de Acreditación de Instituciones de Control de Calidad de Perú (SCICCP) de la Asociación Peruana de Instituciones de Control de Calidad (APIC) y el Comité de Acreditación de Instituciones de Control de Calidad de Perú (CAICCP) de la Asociación Peruana de Instituciones de Control de Calidad (APIC).

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 1

Cod. PDI: Av. Naciones Unidas Nº 1585 Chorrillos Norte - Lima 01 - Perú. Central telefónica: (51) 425-7227 / 425-6885 / 425-5664 / 425-6047 MÓVIL: 984-976-443
Versión: 05 WebSite: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com; laboratorio@sagperu.com
F.E. 06/2012



INFORME DE ENSAYO N° 105415-2016

RAZÓN SOCIAL: SURPA S.A.C.
DOMICILIO LEGAL: CAL. MARÍA ESCOBAR NRO. 135 INT. 102 URB. MARCO LINA - LIMA - SAN MIGUEL
SOLICITADO POR: JOSE JUANES FERNANDEZ
REFERENCIA: RESERVA PARA EL CLIENTE
PROCEDENCIA: RESERVA PARA EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: 2015-08-24
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS: 2015-08-24
MUESTREADO POR: EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Enumeración de Coliformos Fecales	SH 9223 D. Multiple-Tube Fermentation, Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 th	NMP/100ML
Enumeración de Coliformos Totales	SH 9223 D. Multiple-Tube Fermentation, Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliforms Fermentation Technique.	1.8 th	NMP/100ML
Recuento de Bacterias Heterotróficas por Incorporación	SH 9215 B. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.	1	u/100ML

L.C.: Límite de cuantificación.
 (2) Límite de detección del método para estas metodologías por ser seriocuantitativas.

II. RESULTADOS

Producto declarado		Agua de refresco
Matriz analizada		Agua de refresco
Fecha de muestreo		2015-08-24
Hora de inicio de muestreo (h)		08:00
Condiciones de la muestra		Refrigerada
Código del Cliente		PAC 02
Código del Laboratorio		14085752
Ensayo	Unidades	Resultado
Enumeración de Coliformos Fecales ⁽¹⁾	NMP/100ML	7 g
Enumeración de Coliformos Totales	NMP/100ML	170 x 10 ³
Recuento de Bacterias Heterotróficas por incorporación ⁽²⁾	u/100ML	110000

(1) Coliformos Fecales es lo mismo que coliformos fermentantes.
 (2) Medio de cultivo sílice R2A, incubación 35°C x 0.5°C x 48h.

Bigo. Roger Aparicio Estrada
 C.B.P. N° 7403
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Lima, 30 de agosto del 2016

SAG - Servicio Analítico for the determination of fecal and total coliforms, heterotrophic plate count (HPC) and total suspended solids (TSS) in water samples. SAG - Servicio Analítico General para la determinación de coliformos fecales y coliformos fermentantes, recuento de bacterias heterotróficas por incorporación y sólidos suspendidos totales en muestras de agua.
 NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con ningún estándar o como un certificado del estado de calidad de la muestra que se prueba. Página 1 de 3.



INFORME DE ENSAYO N° 105723-2016

RAZÓN SOCIAL: SUMMO S.A.S.
DOMICILIO LEGAL: CAL. MANO RECORDAR 880, 549 INT. 302 URB. PANDO LIMA - LIMA - SAN MIGUEL
SOLICITADO POR: JOSÉ MANUEL FERRAZO
REFERENCIA: RESERVA PARA EL CLIENTE
PROCEDENCIA: RESERVA PARA EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: 2016-09-08
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS: 2016-09-08
MUESTREO POR: EL CLIENTE

3. METODOLOGÍA DE ENSAYOS

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Numero de Coliformos Fecales	SM 9221 B, Multiple-Tube Fermentation, Technique for Members of the Coliform Group, Facal Coliform Procedure.	1.0 th	NMP/100mL
Numero de Coliformos Totales	SM 9221 B, Multiple-Tube Fermentation, Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.0 th	NMP/100mL
Cuanto de Bacterias Heterofermentativas por Inseparación ⁽¹⁾	SM 9211 B, Heterofermentative Media (Fecal Coliforms Method)	-	u/cf/ml

L.C.: Límite de DIFERENCIACIÓN.
 (1) Límite de detección del método para estas metodologías por ser seriocuantificables.

15. RESULTADOS

Producto evaluado	Agua de red
Método utilizado	Agua de red
Fecha de Muestras	2016-09-08
Hora de inicio de muestras (h)	07:30
Condiciones de la muestra	Refrigerada
Código del Cliente	MAC-02
Código del Laboratorio	3665915
Ensayo	ensayos
Numero de Coliformos Fecales ⁽¹⁾	NMP/100ML
Numero de Coliformos Totales	NMP/100ML
Cuanto de Bacterias Heterofermentativas por inseparación ⁽²⁾	u/cf/ml

(1) Coliformos Fecales es la marca que conforma serocuantificación.
 (2) Método de cultura sólido-R2A, incubación 35°C a 0.5% ± 48h.

Roger Estroza
Blgo. Roger Aparicio Estroza
C.B.P. N° 7403
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

LIMA, 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2016

SM Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (20th Edn), APHA, USA, 2005. SM 9221 B, Multiple-Tube Fermentation, Facal Coliform Procedure. SM 9221 B, Multiple-Tube Fermentation, Technique for Members of the Coliform Group. SM 9211 B, Heterofermentative Media (Fecal Coliforms Method). (1) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (2) Norma Técnica Peruana SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.S. es una entidad de servicios analíticos a cargo que se encuentra autorizada por el Servicio de Regulación de Servicios Públicos de la Municipalidad de Lima. Todos los resultados de los ensayos se entregan al cliente en un plazo de 24 horas hábiles de haber ingresado la muestra para su análisis.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Página 1 de 1



INFORME DE ENSAYO N°: IE-16-096

I. DATOS DEL SERVICIO

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. RAZÓN SOCIAL | : Sumpa S.A.C |
| 2. DIRECCIÓN | : CAL MARIA ESCOBAR NRD. 159 INT. 102 URB.
PANDO LIMA - LIMA - SAN MIGUEL |
| 3. PROYECTO | : 5108 ESTUDIO DE NEBLINAS |
| 4. PROCEDENCIA | : LIMA |
| 5. SOLICITANTE | : Sumpa S.A.C |
| 6. ORDEN DE SERVICIO N° | : OS-16-054 |
| 7. PLAN DE MONITOREO | : NO APLICA |
| 8. MUESTREO POR | : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. |
| 9. FECHA DE EMISIÓN DE INFORME | : 2016-10-05 |

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. MATRIZ | : AGUA |
| 2. NÚMERO DE MUESTRAS | : 1 |
| 3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : 2016-09-21 |
| 4. PERÍODO DE ENSAYO | : 2016-09-21 al 2016-10-05 |

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Bacterias Heterotróficas (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22nd Ed.	Heterotrophic Plate Count, Pour Plate Method
Recuento de Coliformes Totales (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
Recuento de Coliformes Fecales (a)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 22nd Ed.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate


Marco A. Valencia Huerta
 Ing. Químico
 N° CIP: 152207

(a) Los métodos indicados han sido tercerizados(s) a un laboratorio acreditado

Anexo 10. Matriz Cadena de custodia.

Item		Código Muestra	Código de Laboratorio	Muestreo		Tipo de muestra	Ubicación		Nº Frascos	Parámetros IN SITU				Parámetros de Ensayo		Observación
				Fecha	Hora	Grupo / Subgrupo	Coordenadas (UTM)			T (°C)	pH	CE (µS/cm)	OD (mg/L)			
						*Solo Iniciales	E	N	Vi. Pl.							
		PAC 02	U-16-094	21/09/16	1:30	AN/S			1/03							

CLIENTE		MUESTREO	
RAZÓN SOCIAL :	SUMBA SA - INGENIERIA	Nº CADENA DE CUSTODIA :	CC-16-094
PERSONA DE CONTACTO :	Paula Pa	DIRECCIÓN/UBICACIÓN :	Barro Colorado - JICAORA
CORREO :	mpaula@sumba.com	ORDEN DE SERVICIO :	
TELÉFONO :	6372482 / 64440113	PLAN DE MONITOREO :	
NOMBRE DEL PROYECTO :	SKOB Agua de Neblina	Nº INFORME DE ENSAYO :	2E-16-096

Tipo de muestra (grupos)		Agua Natural (AN): Subterránea (manantial/terminal), Superficial (río/ciudad/agua/Deposición Atmosférica) Agua residual (AR): Doméstica, Industrial, Municipal Agua para uso consumo humano (AH): Bebida (potable/termo/ensalada), piscina, agua artificial Agua de Salina (AS): Mar, Salobres, Salmuera, evaporación y remoción Agua de proceso (AP): Criotransporte o enfriamiento, alimentación de calderas, calderas, lixiviación, purificada, Resuspensión				
DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS		Muestreado por: <input type="checkbox"/> ALAB <input checked="" type="checkbox"/> Client				
Item	Código Interno	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Condiciones de Recepción: SI NO Embalaje adecuado de Muestras: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Registro correcto de Cadena: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Verificación de Condiciones de Muestras: Preservación: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Temporal Conservación: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>						
Observaciones de Recepción: Frascos de 100ml Esterilizados						

Datos		Analista de Campo	Cliente
Nombre			
Fecha			
Hora			
Firma / Sello			

FR 131
Versión 06
F.E. 06/2012
Página 00

SAG
CADENA DE CUSTODIA
SOLICITUD DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Cliente: SUMPA Contacto: SOLEDAD LOPEZ Telf.: E-mail: *05/162717*

Solicitado por: Lugar/Empresa/Planta/Proyecto: *120*

Número de Solicitud:	Estación de muestreo/Código del Cliente	Tipo de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de envase	Condición de muestra y preservación	Análisis in situ	Análisis solicitado	N° Informe
<u>CDH 2016-0348-19-1</u>	<u>PAC-02</u>	<u>A DE NINGUNA</u>	<u>20/07/16</u>	<u>13:00</u>	<u>P</u>	<u>R</u>		<u>1 C.T.</u> <u>1 C.F.</u> <u>1 B.H.C.</u>	<u>64684-2016</u>
									

Obs. de laboratorio: *impreso 21/07/16*

Tipo de Envase:	P	Envase de Plástico	W	Winkler
	V	Envase de Vidrio		
	FA	Frasco Ambar		
	FE	Frasco Estéril		

Condición de la Muestra y preservación	R	Refrigerada	III	Muestra preservada con HNO ₃ , pH<2
	SR	Sin refrigeración	IV	Muestra preservada con H ₂ SO ₄ , pH<2
	I	Muestra sin preservar	V	Muestra preservada con NaOH, pH>9
	II	Muestra en envase estéril	VI	otros

Nombre y firma del responsable del muestreo: Obs. Del Muestreador:

Entregado por: Monica Leiva Diaz Representante de Firma: M/L Recibido en laboratorio por: Maria Día/Hora: 10/125min

Servicios Analíticos Generales S.A.C. Tlf.: 4256885 - 4257227 Rpc 954976442 Nextel: 1091133
www.sagperu.com E-mails: sagperu@sagperu.com; ventas@sagperu.com; atencionalcliente@sagperu.com

FR 001
Versión 06
F.E. 06/2012
Página 00

SAG
CADENA DE CUSTODIA
SOLICITUD DE SERVICIOS ANALÍTICOS

Cliente: SUMPA Contacto: RESERVA CABRERA Telf.: 637 246 2 E-mail: *05/162717*

Solicitado por: Lugar/Empresa/Planta/Proyecto: *120*

Número de Solicitud:	Estación de muestreo/Código del Cliente	Tipo de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de envase	Condición de muestra y preservación	Análisis in situ	Análisis solicitado	N° Informe
<u>2016-0846-6-2</u>	<u>PAC-02</u>	<u>A DE NINGUNA</u>	<u>17/08/16</u>	<u>08:20</u>	<u>P</u>	<u>R</u>		<u>1 B.H.C.</u> <u>1 C.T.</u> <u>1 C.F.</u> <u>1 C.F.</u>	
									

Obs. de laboratorio:

Tipo de Envase:	P	Envase de Plástico	W	Winkler
	V	Envase de Vidrio		
	FA	Frasco Ambar		
	FE	Frasco Estéril		

Condición de la Muestra y preservación	R	Refrigerada	III	Muestra preservada con HNO ₃ , pH<2
	SR	Sin refrigeración	IV	Muestra preservada con H ₂ SO ₄ , pH<2
	I	Muestra sin preservar	V	Muestra preservada con NaOH, pH>9
	II	Muestra en envase estéril	VI	otros

Nombre y firma del responsable del muestreo: Obs. Del Muestreador:

Entregado por: Maria Rita Herra M. Representante de Firma: M/L Recibido en laboratorio por: APC Día/Hora: 16:15 #05

Servicios Analíticos Generales S.A.C. Tlf.: 4256885 - 4257227 Rpc 954976442 Nextel: 1091133
www.sagperu.com E-mails: sagperu@sagperu.com; ventas@sagperu.com; atencionalcliente@sagperu.com

**CADENA DE CUSTODIA
SOLICITUD DE SERVICIOS ANALÍTICOS**

Cliente: SURPA Contacto: José Manuel Fernández Telf.: _____ E-mail: _____

Solicitado por: _____ Lugar/Empresa/Planta/Proyecto: _____

Número de Solicitud: <u>2016-08V6-6-4</u>						Análisis in situ				Análisis solicitado				N° Informe: <u>105415-2016</u>			
Estación de muestreo/Código del Cliente	Tipo de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de envase	Condición de muestra y preservación											Código de Laboratorio	Observaciones y detalles adicionales
<u>PAC-02</u>	<u>agua de neblina</u>	<u>29/08/16</u>	<u>08:00</u>	<u>P</u>	<u>R</u>					<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>				<u>16081753</u>	

Obs. de laboratorio: _____

Tipo de Envase:	P	Envase de Plástico	W	Winkler
	V	Envase de Vidrio		
	FA	Frasco Ambar		
	FE	Frasco Estéril		

Condición de la Muestra y preservación	R	Refrigerada	III	Muestra preservada con HNO ₃ pH<2
	SR	Sin refrigeración	IV	Muestra preservada con H ₂ SO ₄ pH<2
	I	Muestra sin preservar	V	Muestra preservada con NaOH pH>9
	II	Muestra en envase estéril	VI	Otro

Nombre y firma del responsable del muestreo: Luis Chavez Santamaria Obs. Del Muestreador: _____

Entregado por: Jesús Rebecca Surole Representante de: Luis Chavez Firma: _____ Recibido en laboratorio por: ACM Día/Hora: 16:15

Servicios Analíticos Generales S.A.C. Tlf.: 4256885 - 4257227 Rfc: 994976442 Nextel: 109*1133
www.sagperu.com E-mails: sagperu@sagperu.com; ventas@sagperu.com; atencionalcliente@sagperu.com

**CADENA DE CUSTODIA
SOLICITUD DE SERVICIOS ANALÍTICOS**

Cliente: SURPA S.A.C. Contacto: Geisella Calderón M. Telf.: 637-2462 E-mail: g.calderon@surpasac.com

Solicitado por: _____ Lugar/Empresa/Planta/Proyecto: _____

Número de Solicitud: <u>2016-08V6-6-5-1</u>						Análisis in situ				Análisis solicitado				N° Informe: <u>105723-2016</u>			
Estación de muestreo/Código del Cliente	Tipo de Muestra	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de envase	Condición de muestra y preservación											Código de Laboratorio	Observaciones y detalles adicionales
<u>PAC-02</u>	<u>AGUA DE NEBLINA</u>	<u>02/09/16</u>	<u>07:30</u>	<u>P</u>	<u>R</u>					<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>				<u>1609615</u>	

Obs. de laboratorio: _____

Tipo de Envase:	P	Envase de Plástico	W	Winkler
	V	Envase de Vidrio		
	FA	Frasco Ambar		
	FE	Frasco Estéril		

Condición de la Muestra y preservación	R	Refrigerada	III	Muestra preservada con HNO ₃ pH<2
	SR	Sin refrigeración	IV	Muestra preservada con H ₂ SO ₄ pH<2
	I	Muestra sin preservar	V	Muestra preservada con NaOH pH>9
	II	Muestra en envase estéril	VI	Otro

Nombre y firma del responsable del muestreo: _____ Obs. Del Muestreador: _____

Entregado por: Geisella Calderón M. Representante de: _____ Firma: _____ Recibido en laboratorio por: APM Día/Hora: 16:40 HRS

Servicios Analíticos Generales S.A.C. Tlf.: 4256885 - 4257227 Rfc: 994976442 Nextel: 109*1133
www.sagperu.com E-mails: sagperu@sagperu.com; ventas@sagperu.com; atencionalcliente@sagperu.com