



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**MEDIDA DE ADAPTACIÓN A LA ESCASEZ DE AGUA
DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE UN SISTEMA
DE ATRAPANIEBLAS ACOPLADO A UN FILTRO LENTO DE
ARENA EN PAMPA COLORADA, PUNTA DE BOMBÓN,
ISLAY, AREQUIPA 2016-2017**

PRESENTADA POR EL BACHILLER:

JONATAN VLADIMIR ARAGÓN MORVELY

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AREQUIPA – PERÚ

2018

DEDICATORIA:

A Dios que está en todas partes y dentro de mí y me ayuda a sacar lo mejor de mí mismo. A mis padres que siempre se preocupan por mi futuro, aunque no entiendan mis sueños los amo y quiero darles lo mejor de mí. A mi hermano David y mi hermana Rosita, los amo y por ustedes triunfare en la vida. A Brenda por enseñarme a amar, a la comunidad de Pampa Colorada por darme la oportunidad de aportar valor. Y a todas las personas que me acompañaron y creyeron en mí y también a las personas que me tuvieron envidia y me hicieron el mal, gracias por hacerme más fuerte y más sabio.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme esta gran oportunidad que es vivir, estoy sumamente agradecido por tener unos padres maravillosos que con sus imperfecciones aun así siguen adelante y quieren que los supere, agradezco a toda la población de Pampa Colorada por apoyarme, a la ONG Peruanos Sin Agua por apoyarme con los atrapanieblas y por último quiero agradecer a esa sustancia sin forma que me da todo lo que necesito y me da en abundancia para así expresar mejor a Dios en mí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA:	2
AGRADECIMIENTOS	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I:	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Caracterización de la realidad problemática	14
1.2. Formulación de problema	15
1.2.1. Problema General.....	15
1.2.2. Problema Especifico	15
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivo especifico	15
1.4. Justificación de la investigación	16
1.5. Importancia de la investigación	17
1.6. Limitaciones.....	17
CAPITULO II:	18
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	19
2.1. Marco referencial	19
2.1.1. Antecedentes de la investigación	19
2.2. Marco Legal	21
2.2.1. Ley	21
2.3. Marco Conceptual	29
2.4. Marco Teórico.....	30
2.4.1. Cambio Climático	30
2.4.2. Escasez de agua en el Perú.....	31
2.4.3. Atrapanieblas	32

2.4.4.	Humedad.....	34
2.4.5.	Niebla.....	35
2.4.6.	pH.....	36
2.4.7.	Cloruros.....	37
2.4.8.	Desalinización.....	39
2.4.9.	TDS	40
2.4.10.	Turbiedad	40
2.4.11.	Potabilización del agua	41
2.4.12.	Franco Limoso	48
CAPITULO III:.....		50
3.	Planteamiento Metodológico	51
3.1.	Metodología	51
3.1.1.	Método	51
3.1.1.1.	Ubicación geográfica	51
3.1.2.	Tipo de investigación	51
3.1.3.	Nivel de investigación.....	51
3.2.	Diseño de la investigación	51
3.2.1.	Diseño Experimental.....	51
3.2.2.	Diagrama de Flujo.....	61
3.3.	Hipótesis de la investigación.....	62
3.3.1.	Hipótesis General	62
3.3.2.	Hipótesis Especificas	62
3.4.	Variables	62
3.4.1.	Variables Dependientes.....	62
3.4.2.	Variables independientes	62
3.4.3.	Operacionalización de las variables	62
3.5.	Cobertura del Estudio	63
3.5.2.	Población.....	63
3.5.3.	Muestra	63
3.6.	Técnicas e Instrumentos.....	64
3.6.1.	Técnica de la investigación	64
3.6.2.	Instrumentos de la investigación.....	64

• Filtros de Arena.....	64
3.7. Procesamiento estadístico de la información	65
3.7.1. Estadísticos	65
3.7.1.1. Caudal	65
3.7.1.2. Humedad	66
3.7.1.3. Precipitación	68
3.7.2. Representación	70
3.7.3. Técnica de comprobación de la hipótesis.....	71
3.8. Ámbito de Estudio	73
CAPITULO IV.....	75
4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	76
4.1. Resultados.....	76
4.1.1. Caracterización de los atrapanieblas	76
4.1.2. Volumen de Agua	78
4.1.3. Calidad del Agua Colectada.....	78
4.1.4. Estandarización del Filtro de Arena.....	80
4.1.5. Análisis Económico	81
4.2. Discusión de Resultados	82
4.3. Contrastación de Hipótesis.....	83
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	91
ANEXO 1: INFORME DE LA CALIDAD DE AGUA DEL ATRAPANIEBLA.....	92
ANEXO 2: PROTIPOS PARA EL DISEÑO DEL FILTRO LENTO DE ARENA.....	94
ANEXO 3: CAPAS DEL FILTRO LENTO DE ARENA EN PROTOTIPO.....	96
ANEXO 4: INFORME DE LOS RESULTADOS DEL PROTOTIPO.....	97
ANEXO 5: INFORME DE LOS RESULTADOS DE LOS 4 PROTOTIPOS.....	98
ANEXO 6: CERTIFICADO QUE AVALA LA COLABORACIÓN DEL TESISTA.....	100
ANEXO 7: CERTIFICADO DE DONACIÓN POR PARTE DE PERUANOS SIN AGUA.....	101

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

TDS: Total de sólidos disueltos

FLA: Filtro lento de arena

USD: Dólares americanos

ECA: Estándares de calidad ambiental

LMP: Límites máximos permisibles

OMS: Organización mundial de la salud

FAO: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura

MINAM: Ministerio del Ambiente

PPM: partes por millón

NTU: Nephelometric Turbidity Unit

THM: Trihalometanos

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.....	23
Tabla 2: Comportamiento Típico del Tratamiento de Filtros Lentos de Arena Convencionales.....	44
Tabla 3: resultados de los 4 prototipos hechos.....	53
Tabla 4: Concentración de volumen y de masa en términos simples.....	54
Tabla 5: Estandarización de los valores en el método ortogonal.....	55
Tabla 6: Estandarización de los valores combinados con los promedios de cada prototipo.....	56
Tabla 7: Operacionalización de las variables.....	63
Tabla 8: Caudal anual de 10 atrapanieblas.....	65
Tabla 9: Humedad Relativa de los alrededores de Pampa Colorada.....	66
Tabla 10: Precipitación anual alrededor de Pampa Colorada.....	68
Tabla 11: Cuadro de los prototipos hechos con sus resultados respectivos.....	70
Tabla 12: Cuadros estadísticos de chi cuadrado.....	71
Tabla 13: Tabla distribución chi cuadrado x2.....	72
Tabla 14: Análisis económico del atrapaniebla vs cisterna.....	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Atrapanieblas en Pampa Colorada.....	34
Figura 2. Textura del Suelo.....	49
Figura3. Límites de Atterberg.....	49
Figura 4. Primer Prototipo con un volumen de 7 Litros y 4 Kg de arena.....	58
Figura 5. Segundo Prototipo con un volumen de 7 Litros y 6 Kg de arena.....	58
Figura 6. Tercer Prototipo con un volumen de 10 Litros y 4 Kg de arena.....	59
Figura 7. Cuarto prototipo con un volumen de 10 Litros y 6 Kg de arena.....	59
Figura 8. Grafica del Filtro Lento Arena	60
Figura 9. Caudal Promedio al año	65
Figura 10. Diagrama de Humedad.....	67-68
Figura 11. Diagrama de precipitación.....	69
Figura 12. Ubicación de la estación y el sitio de pampa Colorada.....	73
Figura 13. Pancarta de la entrada de Pampa Colorada.....	74

RESUMEN

El cambio climático es un fenómeno que impacta negativamente a todo el Perú, ya que es uno de los países donde su efecto es directo. En el norte del país tenemos inundaciones, en el sur tenemos sequías, en la sierra huaicos y lluvias torrenciales y los glaciares se van derritiendo. Otro punto para recalcar es que hay una mayor tasa de densidad poblacional en la ciudad de Arequipa y por ende un mayor consumo de Agua. Donde la población para no asentarse en suelos agrícolas tiene que hacerlo en el Desierto. Es acá donde entra la presente Tesis de investigación.

La presente tesis es un aporte para ayudar a las personas en zonas áridas, pero con niebla en la zona, a conseguir agua de la atmosfera es decir de la niebla, ya sea en desiertos que están cerca al mar o cordilleras donde la niebla reposa. Se uso los Atrapanieblas.

El uso de esta tecnología no tradicional que son las atrapanieblas que abastecerá de agua en un rango de 30L/día-500L/día, en zonas donde sea costoso traer el agua.

Pampa Colorada se encuentra en una zona árida, pero con planes muy ambiciosos ya que está planeado un asentamiento humano de 100 familias aproximadamente vivir en esa zona. Y como todo asentamiento necesita lo más vital que es agua. La forma de conseguir este vital elemento es con las atrapanieblas, pero hay un problema acá, la niebla se origina por la cercanía que tiene con el mar. Es decir, el agua obtenida tiene un exceso de cloruros y sumado a esto que en la zona corre mucho viento hace que el atrapanieblas capte polvo y se mezcle esto con el agua. Así tenemos un agua con exceso de TDS, turbiedad y cloruros. Donde la presente tesis aborda este problema con un Filtro Lento de Arena (FLA) y solucionar este problema de una forma económica y fácil de hacer.

Logrando así: captación de agua por medio de Atrapanieblas en un lugar árido pero Húmedo, Haciendo que el agua sea de consumo humano y sin impactar negativamente los ecosistemas.

ABSTRACT

This project was supported by the NGO "Peruanos Sin Agua", and we tackled the issue of climate change as the world's temperature rises every time, and makes climates and ecosystems change. In turn there is a greater cup of population density. And this coupled with a greater demand for water, makes this vital resource more requested sea.

The present thesis is a sport of my person to help people in arid areas but with fog in the area to get water from the feeling of fog, and the sea in the deserts that are near the mountain range where the fog rest

The use of this technology is not traditional that catches the batteries that supply water in a range of 30 L / day-300 L / day, in places where the expensive of the sea bring the water.

Pampa Colorada is located in an arid area but with very ambitious plans and it is planned a human settlement of 100 families nearby to live in that area. And as the whole settlement needs the most vital thing that is water. The way to get this vital element is with the traps but there is a problem here, the fog originates from its proximity to the sea. That is to say the obtaining of the water has an excess of chlorides and added a skeleton that in the zone. Thus we have a water with excess TDS, turbidity and chlorides. Where the present thesis addresses this problem with a Slow Sand Filter (FLA) and solve this problem in an economical and easy to do.

This way we get water for human consumption in a medium where it is arid.

INTRODUCCIÓN

El Perú es el tercer país con más vulnerabilidad en los riesgos climáticos, no lo digo yo, según fuentes de MINAM, Perú corre un riesgo muy alto, sequías prolongadas, huaicos en la sierra, inundaciones en el norte del país, deshielo de los glaciares. El cambio climático tiene un impacto directo sobre el agua. En la costa, es vulnerable a los impactos de escasez de agua y la sequía. Arequipa es un departamento donde la minería y la agricultura es muy intensa y demandan mucho del agua y con un gran crecimiento poblacional y sumando esto el cambio climático; podemos ver en un futuro, problemas socioambientales con el agua.

El agua es vital para el ser humano ya que el 70% de nuestro organismo es agua. El agua se encuentra en forma sólida, líquida y gaseosa. Se puede conseguir agua en los ríos, lagunas y manantiales; que se encuentran en forma líquida. Se puede conseguir agua en el hielo, nieve y granizo; que se encuentra en forma sólida. Se puede conseguir agua en la niebla y en la humedad atmosférica; que se encuentra en forma gaseosa y esta forma de obtener agua es la menos utilizada por el hombre.

La forma de obtener agua de la atmosfera es con una tecnología no tradicional que son los atrapanieblas, que un solo atrapanieblas captan agua desde los 0L/día-500L/día, todo dependiendo de la humedad relativa que hay en la zona. Pampa Colorada es un asentamiento humano pequeño con una familia viviendo por el momento, pero se tiene previsto que más de cien familias vivan en esta zona. Pampa Colorada está ubicada en el distrito de Punta de Bombón, provincia de Islay, en una zona remota y árida donde la forma de conseguir agua es con cisternas y a largo plazo resulta ser muy costosas.

La ONG “Peruanos Sin Agua” en la segunda semana de Noviembre del 2016, donó a la comunidad 50 atrapanieblas, ahora mi aportación es hacer que esta agua sea de consumo humano, ya que según los análisis que se hicieron presenta alto contenido de Cloruros, TDS y turbiedad. La forma como abordaremos este problema será de un método sencillo para que sea económica y duplicable para cualquiera que lo quiera hacer.

CAPÍTULO I:
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Caracterización de la realidad problemática

Pampa Colorada es un pequeño asentamiento humano donde vive cuatro personas, pero las perspectivas de crecimiento poblacional son muy elevadas ya que se estima que esta pequeña comunidad logre alcanzar más de cien familias que vivan en esta zona. Todo depende de los recursos básicos que tengan y uno de estos recursos importantes es el agua.

Para obtener agua en esta zona hay algunas formas de conseguirla, pero antes se debe recalcar que esta zona es árida, pero cuenta con niebla y esta niebla se forma por la humedad relativa que hay en la atmosfera. (Ver datos en Humedad)

Pampa Colorada se encuentra relativamente cerca al mar (11 km), pero desalinizar el agua de mar es un proceso costoso ya que implica un pre tratamiento y una planta de osmosis inversa.

Hay otra tecnología que podría solucionar este problema y solo usando la niebla, que son los atrapanieblas que gracias a la malla que tienen, atrapan las gotas que flotan en el aire y las decantan para así conseguir agua. Es algo práctico, pero al hacer el análisis de esta agua captada en el atrapanieblas se dio a conocer que contenía mucho cloruro, Solitos Totales Disueltos (TDS) y turbiedad y esto hace que el agua no sea para consumo humano.

El exceso de Cloruros en el agua perjudica la salud de la población, con hipertensión arterial, problemas con el corazón y las arterias.

Además, esta agua obtenida del atrapanieblas también se usará para los cultivos que población tendrá y la presencia de cloruros en el agua en exceso perjudica la agricultura que tendría lugar.

Por el otro lado la presencia de TDS y turbiedad en el agua no se puede dar ya que perjudica la salud de la población con problemas estomacales.

Es por esta razón la necesidad de solucionar este problema de una manera simple, barata y eficiente.

1.2. Formulación de problema

1.2.1. Problema General

- ¿El sistema de atrapanieblas acoplado a un filtro lento de arena será una medida de adaptación eficaz frente a la escasez de agua del poblado de Pampa Colorada?

1.2.2. Problema Especifico

- ¿Hay información que mencione la escasez de agua debido al cambio climático en Pampa Colorada?
- ¿Cómo funciona la tecnología de los atrapanieblas en el asentamiento de Pampa Colorada?
- ¿Cuánta agua produce un atrapanieblas al día?
- ¿El agua producida en el atrapanieblas en Pampa Colorada es apta para el consumo humano?
- ¿Es rentable los atrapanieblas a comparación de otros métodos de obtención de agua?
- ¿Qué procesos son necesarios para que el agua sea apta para el consumo humano?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1. Objetivo general

- Desarrollar una medida de adaptación a la escasez de agua debido al cambio climático basado en un sistema de atrapanieblas acoplado a un filtro lento de arena en Pampa Colorada del distrito Punta de bombón, provincia de Islay, Arequipa, 2018

1.3.2. Objetivo especifico

- Demostrar la escasez de agua en Pampa Colorada mediante datos Meteorológicos, respecto a la Humedad Relativa y Precipitación.
- Describir el funcionamiento del sistema de atrapanieblas en Pampa Colorada.
- Determinar el volumen de agua diario-colectada durante un año por el sistema de atrapanieblas.

- Analizar la calidad del agua colectada por los atrapanieblas antes y después de acoplar el Filtro Lento de Arena (FLA) mediante la determinación de Solidos Totales Disueltos (TDS), cloruros, turbiedad y coliformes totales
- Estandarizar los parámetros del filtro de arena acoplado al atrapaniebla, mediante el Método Ortogonal.
- Analizar la rentabilidad económica del sistema de atrapanieblas acoplado al Filtro Lento de Arena (FLA) comparando con la compra de agua distribuida por cisternas.

1.4. Justificación de la investigación

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2013) en su revista el cambio climático y el desarrollo sostenible en el Perú, nuestro país se verá muy afectado por el cambio climático, en Arequipa la escasez de agua es severo, ya que impacto en las cuencas donde se almacena el agua, la población crece cada vez más, Arequipa su principal actividad económica es la minería sea informal o formal, y demanda mucha agua, es por eso que en un futuro no muy lejano habrá conflictos socio ambientales por el agua, desde mi punto de vista es mejor prevenir antes de lamentarse o quejarse, es por esto la idea, para ayudar a la población de Pampa Colorada.

Pampa Colorada es un asentamiento humano donde vive una familia, pero en un futuro cercano albergara más de cien familias, esto es debido al crecimiento poblacional, las ciudades están limitadas respecto al área de urbanización, esto provoca que la población viva afuera de las ciudades y con la presente tesis quiero ayudar a la población a que obtenga agua, ya que es un recurso vital y donde hay agua puede haber posibilidades de que haya vida y progreso. La comunidad obtendrá agua de la atmósfera usando una tecnología no convencional llamada atrapanieblas, que es amigable con el medio ambiente, pero también esta agua no está apta para el consumo humano es por eso por lo que se aplicara un filtro lento de arena para que llegue a los estándares de calidad requeridos según la norma. Ya que la niebla de la zona es una niebla proveniente del mar que contiene altos índices de cloruros y además en la zona corre mucho viento que contamina el agua ocasionando la turbiedad.

1.5. Importancia de la investigación

La importancia de la investigación es la utilización de otros medios y usando recursos no utilizados para obtener agua, la tecnología de los atrapanieblas se ha desarrollado en los años 90 ahora los atrapanieblas han innovado y cambiado, pero aun así no se ha masificado siendo una tecnología que podría cambiar drásticamente la vida de muchas personas que no pueden obtener agua. Usamos el agua de los ríos para proveer a las ciudades, usamos el agua subterránea pero no usamos el agua de la atmosfera y en el Perú la niebla está presente en su mayoría como en las montañas, valles y desiertos. Y podría eliminar la escasez de agua en zonas desérticas o impactadas negativamente con el cambio climático o podría ser otra fuente hídrica en algunas zonas. Es por eso la importancia de esta investigación hacer conocer los atrapanieblas y cómo tratar el agua si esta niebla no está apta para el consumo humano. El agua está contaminada de los ríos y debe pasar por procesos muy complejos, las aguas subterráneas hay una probabilidad que estén contaminadas por fertilizantes; pero que hay de la humedad atmosférica porque no usar esta forma de obtener agua fácil, practica y económica.

1.6. Limitaciones

- La limitación directa son los meses que no hay humedad relativa significativa para obtener agua mediante atrapanieblas que sería desde diciembre hasta abril que son 5 meses del año donde no se puede obtener agua.
- El lugar donde está la comunidad de Pampa Colorada no llueve. Según datos meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi)
- No hay agua potable, ni red de alcantarillado.

CAPITULO II:
FUNDAMENTOS TEÓRICO

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Marco referencial

2.1.1. Antecedentes de la investigación

Los artículos siguientes es información valiosa que respalda la realidad que hay en el Perú respecto al agua.

Atrapanieblas en Perú para atrapar suministros de agua

Según Dan Collins (2012), una iniciativa para recolectar la humedad de la neblina del mar en Lima se ha convertido en una solución inventiva y rentable frente la creciente escasez de agua en la capital peruana. Lima es la segunda ciudad desértica más grande después de El Cairo, pero tiene un clima más frío y húmedo del que plantea su latitud subtropical. Las precipitaciones son muy bajas – menos de 4cm al año – pero la humedad puede alcanzar el 98 %. En las lomas de Villa María del Triunfo, un asentamiento humano ubicado al sur de la ciudad se puede observar que se levantan extrañas estructuras rectangulares que surgen a través de la niebla como centinelas espectrales. Al acercarnos, se puede observar que son estructuras de metal y bambú de cuatro por seis metros, cubiertos por una malla. Por debajo están los canales, y las tuberías que a través de un biofiltro llenan una cisterna de 1100 L. Todavía no es agua potable, pero puede ser utilizada para la agricultura, lavar la ropa y los platos y ollas que se usan en la cocina. Construir un atrapaniebla junto a una cisterna, cuesta menos de 800 USD. Más de 70 % de los glaciares tropicales en el mundo están en Perú, y están derritiéndose con una velocidad acelerada. Los tres ríos que abastecen Lima están suministrados con agua derretida que eventualmente desaparece. Una serie de proyectos de infraestructura que incluye un túnel transandino y el reforzamiento de los lagos glaciales, se están planificando durante los próximos 30 años, dice Manche. Ella predice que estas medidas protegerán Lima del "estrés hídrico" en este período.

Cazan nubes para calmar la sed de Lima (Perú)

Según Claudia Bellante (2015), dijo que, Lima es una anomalía climática, con sus bajas temperaturas y una humedad que puede alcanzar el 98 por ciento, a pesar de estar a pocos metros sobre el nivel del mar y justo por debajo de la línea ecuatorial. Sin embargo, “Peruanos sin Agua” ha decidido sacar beneficio de esta condición: “En el 2005, con dos estudiantes alemanes, recuperamos y perfeccionamos un viejo proyecto de la Universidad de San Marcos de Lima y empezamos a implantar los atrapanieblas”.

“Los atrapanieblas son mallas de nailon grandes, de al menos 24 metros cuadrados, sostenidas por dos postes que, gracias a unos conductos, recogen las gotas de neblina condensadas en los tanques y, a través de un sistema de tuberías, distribuyen el agua directamente a los hogares de las familias. Cada vez que una comunidad nos pide ayuda y quiere montar su propio atrapanieblas, nosotros lo que hacemos es una encuesta, para evaluar si existen posibilidades reales para instalarlo. Porque para que puedan funcionar en un área determinada es esencial evaluar la humedad, la altitud y la dirección del viento, especialmente por la noche”, explica.

El costo de un atrapanieblas varía de S/ 2 500 a S/ 3 500 (de 820 a 1.160 USD), dependiendo del tamaño y la calidad de los materiales utilizados, y es financiado por la comunidad que atiende la ONG y por numerosas empresas privadas, como General Electric y Coca-Cola, que patrocinan a la asociación. En el momento hay 180 atrapanieblas activos en Perú, la mayoría en la capital; pero, en pequeñas cantidades, los hay también en otras ciudades del país, como Arequipa y Tacna.

Los atrapanieblas no son algo exclusivo de Perú, se usan en muchas otras regiones desérticas con presencia de niebla, como el desierto del Néguev, en Israel, o el desierto de Atacama, en Chile, además de Ecuador, Guatemala, Nepal, algunos países de África y la isla de Tenerife. Su verdadero inventor fue el físico chileno Carlos Espinosa Arancibia, pero tal vez nadie demuestra el entusiasmo de Abel a la hora de hablar de ellos. “Tenemos la intención de activar en el año por lo menos otros 250”, explica, y luego añade que

durante los días de la COP20, la conferencia sobre el cambio climático de Naciones Unidas que se celebró en diciembre pasado en Lima, recibió muchas muestras de interés y visitas de instituciones y empresas internacionales: “Quisiéramos más apoyo e interés de nuestro gobierno –confiesa–, pero pronto nos reuniremos con el comandante general de la Marina de Guerra del Perú, porque hay una probabilidad de instalar atrapanieblas hasta en la isla San Lorenzo, donde tiene su base”. Cada limeño consume 250 L/d de agua. De acuerdo con las cifras de la Fundación Peruanos Sin Agua, la demanda anual en Lima y El Callao es de 700 millones de m³ de agua, pero el ‘stock’ actual no supera los 330 millones de m³, y ello sin contar con que las pérdidas son del orden de 40 % por agua no facturada. Se calcula que el déficit de cobertura supera el millón y medio de habitantes, focalizados en zonas periurbanas. Un limeño consume 250 L/d de agua. Este gasto, en una urbe donde no llueve, está muy por encima de ciudades como Santiago de Chile, Bogotá y París. En la capital colombiana, el consumo por habitante es de 76.32 L/d.

2.2. Marco Legal

2.2.1. Ley

Decreto Supremo N° 015-2017-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA CONSIDERANDO: Que, el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; Que, según el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país; Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, referido al rol de Estado en materia ambiental, dispone que éste a través de sus entidades y órganos correspondientes diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para

garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha Ley; Que, el artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; Que, el numeral 33.4 del artículo 33 de la citada ley, dispone que en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso; Que, de conformidad con el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, este Ministerio tiene como función específica elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), debiendo ser aprobados o modificados mediante Decreto Supremo; Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprobaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y, mediante Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprobaron las disposiciones para la implementación de dichos estándares; Que, las referencias nacionales e internacionales de toxicidad consideradas en la aprobación los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua han sido modificadas, tal como lo acreditan los estudios de investigación y guías internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica, de la Comunidad Europea, entre otros; Que, asimismo, el Ministerio del Ambiente ha recibido diversas propuestas de instituciones públicas y privadas, con la finalidad de que se revisen las subcategorías, valores y parámetros de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua vigentes, por lo que, resulta necesario modificar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N°002-2008-MINAM y precisar determinadas disposiciones contenidas en el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM; Que, en el marco de lo dispuesto en el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta

Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, la presente propuesta ha sido sometida a consulta y participación ciudadana, en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios; De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y el artículo 118° de la Constitución Política del Perú.

Categoría 1: Poblacional y Recreacional.

Sub Categoría A. aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Entiéndase como aquellas aguas, que por sus características de calidad reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

Sub Categoría B. Aguas superficiales destinadas para recreación

Son las aguas superficiales destinadas al uso recreativo, que en la zona costera marina comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea y que en las aguas continentales su amplitud es definida por la autoridad competente.

Tabla 1:

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

		Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
Parámetro	UND	Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

FISICOS – QUIMICOS

Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
	mg/L	0,07	0,2	0,2
Cianuro total	mg / L	250	250	250
Cloruros	Pt/Co	15	100 (a)	**
Color (b)	uS/cm	1500	1600	**
Conductividad	mg/L	3	5	10
DBO5	mg/L	500	**	**
Dureza	mg/L	10	20	30
DQO	mg/L	0,003	**	**
Fenoles	mg/L	1,5	**	**
Fluoruros	mg/L	0,1	0,15	0,15
Fosforo Total	mg/L	Ausencia de material flotante de origen antropogénico	Ausencia de material flotante de origen antropogénico	Ausencia de material flotante de origen antropogénico
Material flotante de origen antropogénico	mg/L	50	50	50
Nitratos	mg/L	3	3	**
Nitritos	mg/L	1,5	1,5	**
Amoniaco	mg/L	>6	>5	>4
Oxígeno Disuelto	Unidad de pH	6,5 -8,5	5,5 – 9	5,5 – 9
pH	mg/L	1000	1000	1500
Solidos Disueltos	mg/L	250	500	**
Sulfatos				

Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**

INORGÁNICOS

Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5

ORGÁNICOS

I. Compuestos Orgánicos Volátiles

Hidrocarburos de petróleo emulsionado o disuelto (C10 - C28 y mayores a C28)				
	mg/L	0,01	0,2	1,0
	(c)	1,0	1,0	1,0
Trihalometanos	mg/L	0,1	**	**
Bromoformo	mg/L	0,3	**	**
Cloroformo	mg/L	0,1	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,3	**	**
Bromodiclorometano				

Compuestos Orgánicos Volátiles

1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
	mg/L	0,03	**	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	1	**	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,04	**	**
Tetracloroetano	mg/L	0,004	0,004	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,07	0,07	**
Tricloroetano				

BTEX

Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**

Hidrocarburos Aromáticos

Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**

Organofosforados

Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
----------	------	------	--------	----

Organoclorados

Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
DDT	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	Retirado
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**

Carbamatos

Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
----------	------	------	------	----

Policloruros Bifenilos Totales

PCB's	mg/L	0,0005	0,0005	**
-------	------	--------	--------	----

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITARIOS

Coliformes totales	NMP/100 mL	50	**	**
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 mL	20	200	2000
Formas Parasitarias	N° Organismos /L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 mL	0	**	**
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
Vibrio cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodiclorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{E_{C_{\text{cloroformo}}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{E_{C_{\text{dibromoclorometano}}}} + \frac{C_{\text{bromoclorometano}}}{E_{C_{\text{bromoclorometano}}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{E_{C_{\text{bromoformo}}}} \leq 1$$

Dónde : C = Concentración en mg/L y

ECA : Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodiclorometano).

(d) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ 3: variación de 3 °C respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

2.3. Marco Conceptual

El presente trabajo trata de resolver la problemática de la escasez de agua en Pampa Colorada una población que se encuentra por la frontera de Moquegua y Arequipa, es una zona donde por las noches hasta la madrugada está lleno de niebla, solo en épocas concretas del año que vienen desde abril hasta noviembre, siendo los meses de Julio y agosto donde hay mucha cantidad de humedad relativa. La solución para este problema es usar atrapanieblas una tecnología no convencional que usando una malla atrapa las moléculas de agua flotantes y las decanta por una serie de canaletas y tubos a una cisterna o tanque de agua. Otro problema de esta agua obtenida en esta zona es que no es para el consumo humano ya que los niveles de cloruros, TDS y turbiedad son muy altos. Y es ahí donde entra el tema de investigación para obtener el agua de consumo humano. Se usará un filtro lento de arena con una cantidad de arena de 4kg a 6 kg. Ya que la arena tiene Limo, este último absorbe dentro de su estructura los cloruros y como es un filtro lento de arena ayudara a reducir los niveles de TDS y turbiedad del agua. De

esta forma, Pampa Colorada tendrá agua, usando los atrapanieblas y esta agua estará lista para el consumo humano ya que se conectará con un Filtro Lento de Arena (FLA) que ayudara a combatir los parámetros en exceso que impiden que sea para el consumo humano (TDS, Turbiedad y cloruros)

2.4. Marco Teórico

2.4.1. Cambio Climático

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2013) en su revista el cambio climático y el desarrollo sostenible en el Perú; El Calentamiento Global de nuestro planeta ha dado origen a otro grave problema, un desequilibrio conocido con el nombre de Cambio Climático. El Cambio Climático es un serio problema causado por el hombre debido:

- El uso intensivo de combustibles (carbón, petróleo, gasolinas, diesel y los combustibles derivados del petróleo).
- Lo tala y quema de lo Selva y los bosques.

En consecuencia, ya sea directo o indirectamente, el hombre está alterando la composición de la atmósfera mundial, lo que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante periodos de tiempo comparables. Cabe señalar que el Cambio Climático tiene un impacto directo sobre el agua. El deshielo de los polos está elevando progresivamente el nivel del mar debido al aumento de su volumen por la dilatación de sus aguas. El retroceso de los glaciares y sus efectos ya puede apreciarse en la agricultura, en las precipitaciones, en la temperatura y en el suministro de agua potable en las ciudades.

El Cambio Climático ya está ocurriendo en el Perú. El hielo de los glaciares se está derritiendo. Se han producido más inundaciones provocadas por el Fenómeno El Niño; también hay más sequías en la Sierra, así como huacicos y deslizamientos en la Costa, la Sierra y la Selva. En las últimas dos décadas el Perú se ha visto seriamente afectado por el Fenómeno El Niño (FEN); en Piura sus impactos han sido devastadores. A ello se suma el retroceso de nuestros glaciares tropicales con terribles consecuencias en el régimen hídrico. En la región central del país, en la

Cuenca del Mantaro, que abarca los departamentos de Paseo, Junín, Huancavelica y Ayacucho, se necesita realizar estudios de adaptación; mientras que, debido a las heladas, en Apurímac y Puno urgen acciones inmediatas porque la vida de humildes pobladores de origen indígena y sus fuentes de sustento y desarrollo están siendo afectadas seriamente.

2.4.2. Escasez de agua en el Perú

Según A. Castro (2014), en el Libro Derecho Frente a la Crisis del Agua en el Perú; No hay manera de soslayarlo ni de negarlo, la escasez del agua en el Perú se presenta como la avanzada de los impactos del cambio climático en nuestro país. Cuando al empezar escribíamos que resultaba irrelevante quién era el responsable del calentamiento global, no lo decíamos porque no tengamos una posición al respecto. Todo lo contrario, la tenemos. El cambio climático que observamos tiene un claro origen antrópico, es decir, humano, y son responsables de ello las emisiones de gases de efecto invernadero que realizan principalmente los países desarrollados y, naturalmente hoy, los emergentes. Lo que decíamos es que, aun aceptando esta orientación y estando convencidos de su veracidad, no podemos negar que para nosotros —los peruanos— ya no se trata de una posibilidad, sino de una cruda realidad. La información de la que disponemos es que el 41 % de la masa de los glaciares tropicales andinos se ha perdido. En algunos lugares, ciertamente, con mayor intensidad que en otros. Pero la realidad es clara. En algunos años más estaremos evaluando quizá la pérdida de la mitad de la masa de los glaciares; y si el calentamiento continúa, la progresión ya no será aritmética, sino geométrica. En términos concretos, el retroceso de los glaciares significa la pérdida de energía —72 % de esta proviene de hidroeléctricas—, la falta de agua para el suministro urbano, así como la falta de agua para la agricultura —en la temporada de siembras—, para la ganadería y también para la minería. El horizonte se presenta realmente sombrío. No era un mito la manera en que los incas concibieron la fundación del mundo y de su sociedad. Del agua, del lago Titicaca salió Manco Cápac y fundó su imperio. Simbólica manera de señalar y vincular el origen humano con las alturas y el agua. El agua está en las alturas, en las cochas, en los glaciares y en las paqarinas o lagunas. Lo que el Perú está por perder es algo fundamental y que lo ha acompañado siempre.

No tenemos idea de lo que significará la pérdida del agua de las alturas para la población urbana y rural del país. La reducción de los acuíferos y de las aguas superficiales como consecuencias de ello, lamentablemente, será una penosa realidad. Ciertamente, en los próximos y cercanos años habrá agua e incluso más abundante, fruto precisamente de la de-glacialización, pero lo que se avizora para después es la ausencia de esta. (p. 25-26)

2.4.3. Atrapanieblas

Según Schemenauer y Cereceda (1992), los atrapanieblas (tecnología no tradicional), pueden ser definidos como estructuras que se instalan a determinadas alturas en la costa o las montañas con el objetivo de captar las partículas de agua que posee la niebla, y poder aprovechar este recurso hídrico. Estos sistemas consisten en:

- Una malla colectora con una luz determinada, que deja pasar la niebla y sobre la cual condensan el contenido en agua de la misma. Las mallas atrapanieblas están hechas con hilos de polipropileno, similares al nylon; pero pueden utilizarse otros materiales.
- Unos soportes que sirven de estructura para la malla colectora.
- Una canaleta recolectora sobre la cual, por gravedad, se recoge el agua condensada.
- Un depósito o recolector donde almacenar el agua acumulada y desde la cual se canaliza hasta el punto de consumo.

En el proceso de la captación de agua de niebla intervienen factores topográficos, meteorológicos y estacionales que condicionan el potencial y aplicabilidad de esta tecnología.

Para la instalación de un sistema de captación de agua de nieblas se deben considerar dos fases:

- 1) prospección de nieblas con neblinómetros y
- 2) La construcción, operación y mantenimiento de los atrapanieblas. Para la construcción de los captadores de agua de niebla se pueden emplear diversos materiales. Uno de ellos

es la malla captadora, tiene una vida útil entre 3 y 10 años para la instalación completa. La malla más comúnmente empleada es la malla Raschel, de polipropileno o de nylon. Los últimos experimentos de los que se tiene constancia han ido encaminados a encontrar mallas y estructuras capaces de soportar tormentas. Para ello, los investigadores mencionados anteriormente, compararon distintos tipos de malla: la malla Raschel utilizada en Chile (con un coeficiente de cobertura del 35 % y es la propuesta por Schemenauer et al. (1988) como la “malla estándar”), la malla de polipropileno de una empresa americana, Kimre Inc., USA y una malla plástica utilizada en invernaderos con un recubrimiento metálico denominada Aluminet. Habiendo constatado la malla Aluminet de 40 % de cobertura como la óptima, ya que es la más eficiente en cuanto a recolección de agua (recoge 10-50 % más de agua que la malla Raschel) y presenta una buena resistencia a las tormentas de arena.

Los soportes del conjunto pueden ser de muy diversos tipos, siempre que proporcionen las necesidades estructurales adecuadas. En principio, una buena estructura con propiedades adecuadas estaría formada por soportes de acero inoxidable, dadas las condiciones húmedas de trabajo. La función de los soportes es:

- a) Permitir la ubicación en elevado, y la malla captadora en perpendicular a la dirección del viento predominante.
- b) Resistir el empuje de vientos de altas velocidades.
- c) Servir de soporte para las primeras fases del sistema de transporte del agua.

Los soportes pueden ser de bambú tratado, los propios arboles de la zona, postes de madera, postes de acero galvanizado o cualquier otro material resistente y estructural, y de fácil acceso en la zona de aplicación. Sumado a estos elementos están también otros que forman la estructura de los captadores de agua de niebla como son: los cables tensores horizontal y vertical de alambre galvanizado; barras de anclaje compuesta de tablillas de pino tratado y canaleta colectora y drenaje de PVC de 110 mm. Ver figura 1.



Figura 1. Atrapanieblas en Pampa Colorada. Noviembre del 2016

2.4.4. Humedad.

Según Martínez L. (2007), la humedad es una propiedad que describe el contenido de vapor de agua presente en un gas, el cual se puede expresar en términos de varias magnitudes. Algunas de ellas se pueden medir directamente y otras se pueden calcular a partir de magnitudes medidas. La selección de una magnitud de humedad depende de la aplicación. En meteorología la humedad se expresa con la temperatura de bulbo húmedo, en cambio en un cilindro de gas, el contenido de humedad se expresa con la temperatura de punto de rocío. En otras aplicaciones como cámaras de humedad o cuartos limpios se usa la humedad relativa.

Algunas definiciones son:

- a) Razón de masas (r_w): cociente entre la masa de vapor de agua y la masa de gas seco.
- b) Temperatura de punto de rocío (t_d): es la temperatura a la que se condensa el vapor de agua cuando el gas se enfría a presión constante.
- c) Temperatura de bulbo húmedo (t_w): Temperatura del aire indicada por un termómetro cubierto por un algodón humedecido, el cual es influenciado por la razón de vaporización de agua desde el algodón.

- d) Humedad relativa (HR): cociente entre la fracción molar de vapor de agua en un espacio dado y la fracción molar del vapor de agua en su condición de saturación. (p. 1)

2.4.5. Niebla

Según M. Sánchez (2016), la niebla es un hidrometeoro, es decir, un conjunto de partículas de agua, líquida o sólida, en caída, en suspensión en la atmósfera o levantadas de la superficie terrestre por el viento, o depositadas sobre los objetos en el suelo o en la atmósfera libre. Produce una visibilidad de menos de 1km. Estas partículas de agua no son lo suficientemente grandes como para que la gravedad las haga precipitarse, por lo que suelen quedar suspendidas. Ocurre cuando la temperatura de las capas bajas de la atmósfera es menor que en las altas, o lo que es lo mismo: cuando hace más frío a pie de playa que en la montaña.

Tipos de niebla

Si bien podríamos pensar que la niebla es siempre la misma en todos los lugares, la realidad es que se distinguen diferentes tipos:

- De radiación: que es la que vemos tras la puesta de sol en una noche sin nubes, en otoño. Tiene un espesor de un metro, y dura poco.
- De tierra: es una niebla de radiación, pero muy superficial. Oscurece menos del 60% del cielo y no se extiende hasta la base de las nubes.
- De advección: cuando masas de aire caliente y cargadas de humedad pasan sobre suelos fríos, se produce este tipo de niebla. Es muy común en las costas.
- De vapor: aparece cuando el aire frío pasa sobre aguas cálidas. Esta niebla es la que podemos ver en las regiones polares.
- De precipitación: si se pone a llover y el aire bajo la nube está seco, de buen seguro que nuestra visibilidad se reducirá.
- De ladera: se forma cuando el viento sopla contra la ladera de una montaña.

- De valle: este tipo de niebla es el resultado de la inversión térmica, causada por un aire frío que permanece en el valle, mientras que otro aire más caliente pasa por encima de él.
- De hielo: ocurre cuando las gotas de agua congeladas quedan suspendidas sobre el suelo. Es muy común en las regiones polares.
- De pendiente ascendente: ocurre cuando se produce una caída de la presión con la altitud.

Otras consideraciones:

- La niebla reduce la visibilidad, e incluso causa que aeropuertos, y en ocasiones, carreteras, sean inutilizables, pues la falta de visibilidad (y en algunos casos, visibilidad nula), hacen peligroso el manejo de vehículos.
- Algunas aeronaves pueden volar con niebla mediante el uso de instrumentales incluyendo radar meteorológico doppler.
- La niebla restringida a una zona geográfica (como los valles) es particularmente peligrosa, pues puede atrapar por sorpresa a los conductores.
- En aeropuertos, se ha intentado combatir la niebla a través del uso de calor, o dispersando partículas de sal en el aire, lo cual ha tenido cierto éxito en temperaturas bajo 0 °C (32 °F).
- Todos los tipos de niebla se forman cuando la humedad relativa alcanza el 100 % y la temperatura del aire baja del punto de rocío (del agua), lo cual causa que el agua se condense. (p.1)

2.4.6. pH

Según C. González (2011), el pH es una medida de acidez o alcalinidad de una sustancia. El pH indica la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones.

El pH del agua puede variar entre 0 y 14. Cuando el pH de una sustancia es mayor de 7, es una sustancia básica. Cuando el pH de una sustancia está por debajo de 7, es una

sustancia ácida. Cuanto más se aleje el pH por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será la solución.

El pH es un factor logarítmico; cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuirá en una unidad. Cuando una solución se vuelve cien veces más ácida, el pH disminuirá en dos unidades. El término común para referirse al pH es la alcalinidad. (p. 3)

2.4.7. Cloruros

Según A. Robles (2008), las aguas naturales tienen contenidos muy variables en cloruros dependiendo de las características de los terrenos que atraviesen, pero, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que las que se encuentran en las aguas residuales, ya que el ClNa es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo. El aumento en cloruros de un agua puede tener orígenes diversos. Si se trata de una zona costera puede deberse a infiltraciones de agua del mar. En el caso de una zona árida el aumento de cloruros en un agua se debe al lavado de los suelos producido por fuertes lluvias. En último caso, el aumento de cloruros puede deberse a la contaminación del agua por aguas residuales. Los contenidos en cloruros de las aguas naturales no suelen sobrepasar los 50-60 mg/L. El contenido en cloruros no suele plantear problemas de potabilidad a las aguas de consumo. Un contenido elevado de cloruros puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal. El ión cloruro se encuentra con frecuencia en las aguas naturales y residuales, en concentraciones que varían desde unos pocos ppm hasta varios gramos por litro. Este ion ingresa al agua en forma natural, mediante el lavado que las aguas de lluvia realizan sobre el suelo; sin embargo, como quiera que la superficie de contacto entre el agua y los materiales del suelo es relativamente baja en las aguas superficiales, la concentración de cloruros en estos cuerpos de agua tiende a ser también, relativamente baja, salvo que estas hayan sido afectadas por eventos antrópicos. Sin embargo, en las aguas subterráneas, en donde la superficie de contacto entre el agua y los materiales del suelo y del subsuelo es mucho mayor, la concentración de ion cloruro suele estar directamente relacionada con la litología predominante y con el tiempo de permanencia del agua en el acuífero. Por otra

parte, las excretas humanas y en general las de todos los organismos superiores, (la orina principalmente), poseen una concentración de cloruros que es aproximadamente igual a la que se ingiere en los alimentos; si se supone que cada persona consume en promedio 2,5 g de ión cloruro, por día, (g/persona/día), y que cada persona ingiere aproximadamente 5 L de agua por día, entonces la concentración de cloruros en la orina vendría a ser del orden de los 500 mg/L. Por esta razón, las aguas residuales domésticas imparten a los cuerpos de agua receptores, “una huella característica que las identifica” y que, en muchos casos, puede ser rastreada mediante mediciones de ión cloruro.

De acuerdo con la reglamentación vigente, la concentración máxima permisible para aguas de consumo humano es de 250 mg/L. Por otra parte, muchos de los preparados alimenticios cotidianos, poseen concentraciones de ión cloruro que superan ampliamente los 250 mg/L. Puesto que muchas de las actividades humanas generan residuos con altas concentraciones de ion cloruro, (plantas de sosa cáustica, campos de explotación y producción de petróleo, plantas desalinizadoras, industrias de curtiembres, fábricas de baterías, rellenos sanitarios, fosas sépticas y la agricultura y la ganadería intensiva, entre otras), una de las principales razones por las cuales se incluye este ion en los análisis de naturaleza fisicoquímica, es justamente porque este se comporta como un “trazador o indicador ideal”, en los estudios de contaminación de aguas. Desde el punto de vista de las contras indicaciones, un contenido de cloruro elevado en el agua, interfiere el desarrollo del crecimiento vegetal y en este sentido, su medición es importante cuando el propósito del agua es el riego de cultivos. Del mismo modo, las concentraciones elevadas de cloruro corroen las tuberías de conducción y demás estructuras metálicas, en las aguas que se utilizan para fines industriales. El ión cloruro es considerado como un veneno para los aceros. (p. 1)

También hay cloruros en la neblina de Pampa Colorada ya que es una neblina marina. Están presentes las siguientes: cloruro sódico (NaCl), cloruro magnésico (MgCl_2), sulfato magnésico (MgSO_4), sulfato cálcico (CaSO_4), cloruro potásico (KCl) y sulfato potásico (K_2SO_4). Según la norma del MINAM en calidad de agua para su potabilización solo permite un máximo de 250 mg/L.

2.4.8. Desalinización

Según Joaquín Melgarejo (2011), la desalinización o desalación es el proceso de eliminar la sal del agua de mar o salobre, obteniendo agua dulce. Las plantas desalinizadoras o desoladoras son instalaciones industriales destinadas a la desalinización. Para la desalinización podemos tomar bien agua del mar o bien aguas salobres para su utilización como agua bruta o agua de alimentación (López y Mejías 2000, p. 16-17). Las aguas salobres pueden ser superficiales, subterráneas o puede ser agua residual depurada. Esta agua es sometida a un proceso de permeado o a un proceso de desalinización por evaporación y se obtiene por un lado un agua lista para el consumo (aunque puede que necesite de un post tratamiento) y un producto de rechazo que es la salmuera. La salmuera es agua con un alto contenido en sales y se vierte de nuevo al mar. El vertido de la salmuera genera uno de los impactos ambientales de la desalinización más importantes, pues puede causar efectos adversos sobre el medio ambiente, agrediendo el medio marino de no ser vertida del modo adecuado (Sadhvani 2004, p. 7).

MÉTODOS DE DESALINIZACIÓN

Existen varios métodos de desalinización, pero la mayoría de ellos entran en dos amplias categorías.

La desalinización termal incorpora el uso de una fuente de calor para hervir el agua, Mientras el agua se evapora, la sal y los minerales quedan en la base mientras que el agua pura se convierte en vapor. Ya que las moléculas de agua evaporadas se enfrían, forman agua purificada condensada. La segunda categoría es la desalinización con membrana. Este proceso a menudo se refiere a la ósmosis invertida, e incorpora dos mecanismos. Uno es a través de la presión, donde el agua es físicamente forzada a través de una membrana que filtra la sal y los minerales resultando agua purificada. La segunda es el agregado de la corriente eléctrica en el agua. La electricidad atrae la sal y otras moléculas minerales, separándolas del agua. Ambas categorías de la desalinización proporcionan los mismos resultados: una fuente de agua fresca segura para el consumo humano.

Otro método que puede bajar la concentración de cloruros significativamente es el Limo que se encuentra en la arena y en las arcillas. El Limo absorbe en su estructura el cloruro.

2.4.9. TDS

Según Lenntech (2007), el total de sólidos disueltos (a menudo abreviado como TDS, del inglés: Total Dissolved Solids) es una medida del contenido combinado de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas contenidas en un líquido en forma molecular, ionizada o en forma de suspensión micro-granular (sol coloide). En general, la definición operativa es que los sólidos deben ser lo suficientemente pequeño como para sobrevivir filtración a través de un filtro con poros de 2 μm (tamaño nominal, o más pequeño). La TDS y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionadas. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica. La mayoría de los sólidos que permanecen en el agua tras una filtración de arena, son iones disueltos. El cloruro de sodio por ejemplo se encuentra en el agua como Na^+ y Cl^- . El agua de alta pureza que en el caso ideal contiene solo H_2O sin sales o minerales tiene una conductividad eléctrica muy baja. Según la normativa del MINAM solo se permite como máximo 1500 mg/L de TDS. (p.1)

2.4.10. Turbiedad

Según C. González (2011), se entiende por turbidez o turbiedad la falta de transparencia de un líquido debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace referencia al agua), más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad.

Origen de la turbidez del agua.

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. Algunos de estos son:

- Presencia de fitoplancton, o crecimiento de las algas.
- Presencia de sedimentos procedentes de la erosión.

- Presencia de sedimentos resuspendidos del fondo (frecuentemente revueltos por peces que se alimentan por el fondo, como la carpa).
- Descarga de efluentes, como por ejemplo escorrentías urbanas mezclados en el agua que se analiza. (p.1)

Límite de turbidez del agua para consumo humano

Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 2 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU.

Medición de la turbidez

La turbidez se mide en Unidades Nefelométricas de turbidez, o Nephelometric Turbidity Unit (NTU). El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 ° cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. (p.1)

2.4.11. Potabilización del agua

Según K. Silveira (2017), El agua es un elemento vital que está presente en nuestras actividades diarias. Las ciudades obtienen sus reservas de agua de lagos y ríos, o de manantiales en la tierra, pero para que el agua potable pueda llegar a nuestros hogares el proceso es largo.

El agua contiene microorganismos que son nocivos para la salud, y para eliminarlos y obtener agua potable es necesario un proceso que consta de 4 etapas: limpieza; coagulado y asentamiento; filtración y desinfección.

1. Limpieza. - Cuando el agua llega de la fuente puede contener peces, plantas y árboles, por lo que se realiza una limpieza para sacar estos elementos. Cuando la fuente es subterránea no es tan necesario, debido a que las capas de tierra actúan como filtro. Si

viene de la atmosfera, es necesario saber su composición para saber qué tipo de agua de niebla se captó y darle un tratamiento.

2. Coagulación y asentamiento. - En este proceso el agua se mezcla con sulfato de aluminio y cloro. El aluminio cumple la función de atrapar bacterias e impurezas del agua. El cloro mata los gérmenes y mejora el sabor y olor. Luego se pasa a una cuenca donde el aluminio se asienta en el fondo y es removido.

3. Filtración. - Luego el agua pasa por filtros hechos de arena y grava. Estos filtros remueven todas las partículas extra que hayan quedado en el agua y que no sean deseadas.

4. Desinfección. - Durante este proceso, se agregan químicos y más cloro para eliminar toda impureza restante y mantenerla limpia más tiempo. Cuando el agua proviene de una fuente subterránea muchas veces no es necesario más que este proceso, porque ya es lo suficientemente limpia.

Pruebas de potabilización. -

Para probar que todo este proceso salió bien y el agua es potable pueden realizarse determinadas pruebas. La primera es la temperatura. Cuando el agua está muy caliente su calidad es baja y crece la posibilidad de que crezcan microorganismos. Además, puede medirse el pH (el ácido presente en el agua), el oxígeno disuelto, la turbiedad, la dureza del agua y los microorganismos.

Para la presente investigación ya que el agua obtenida es de origen atmosférico nos quitamos mucho inconveniente como la remoción de sustancias u objetos, desinfección ya que el agua no contiene microorganismo debido a su origen y solo se trabajaría en la filtración y bajar la concentración de cloruros, TDS, turbiedad. (p.1)

Filtro de arena

Según The National Environmental Services Center (2009), en su publicación web “Tecnología en Breve”, la filtración lenta con arena es un proceso simple y fiable. Son filtros relativamente baratos de construir, pero requieren operadores altamente

cualificados. El proceso consiste en filtrar el agua no tratada lentamente, a través de una cama porosa de arena, el agua entra a la superficie del filtro y luego drena por el fondo. Construido adecuadamente, el filtro consiste en un tanque, una cama de arena fina, una capa de grava que soporta la arena y un regulador de flujo para controlar la velocidad de filtración. Ningún químico es añadido para facilitar el proceso de filtración.

Ventajas

La simplicidad de diseño y operación, así como los requerimientos mínimos de compuestos químicos y energía hacen que el filtro lento de arena sea una técnica apropiada para el retiro de materia suspendida orgánica e inorgánica. Estos filtros también retiran organismos patógenos. La filtración lenta con arena reduce las bacterias, la nubosidad y los niveles orgánicos, reduciendo así la necesidad de desinfección y consecuentemente, la presencia de subproductos de desinfección en el agua final. Otras ventajas incluyen:

- Mínimos problemas de manejo de lodo.
- No es necesaria la supervisión cercana del operador.
- Los sistemas pueden hacer uso de materiales y de mano de obra disponible localmente.

Los filtros lentos de arena pueden proveer incluso una excelente calidad de tratamiento de agua (Ver Tabla 2) Los filtros lentos de arena demuestran constantemente su efectividad en el retiro de partículas suspendidas con turbiedades en los efluentes por debajo de 1.0 unidad de turbiedad “nefelométrica” (NTU), alcanzando de un 90 a más de 99 % de reducción en bacterias y virus, y ofreciendo un retiro virtualmente completo de los quistes *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium oocyst*.

Para saber la capacidad de eliminación de algunos agentes contaminantes que hace frente el Filtro Lento de Arena (FLA).

Tabla 2: Comportamiento Típico del Tratamiento de Filtros Lentos de Arena Convencionales

Parámetro de Calidad del Agua	Capacidad de Eliminación
Turbiedad	< 1.0 NTU
Coliformes	1 – 3 unidades log
Virus Entéricos	2 – 4 unidades log
Quiste Giardia	2 – 4 + unidades log
Cryptosporidium Oocysts	>4 unidades log
Carbón Orgánico Disuelto	< 15 – 25%
Cloruros y Nitratos	<70%
Precusores del Trihalometano	<20 – 30%
Metales Pesados	
Zn, Cu, Cd, Pb	>95 – 99%
Fe, Mn	>67%
As	<47%

Fuente: The National Environmental Services Center (2009)

Limitaciones

Los filtros lentos de arena presentan ciertas limitaciones. Estos requieren de una superficie grande, grandes cantidades del medio del filtro y de mano de obra para su limpieza. El agua con niveles altos de turbiedad puede tapar rápidamente la arena fina de estos filtros. El agua es aplicada a los filtros sin ningún pretratamiento. Cuando los filtros lentos de arena son utilizados con agua de corrientes superficiales que presentan una gran variedad de niveles de turbiedad, la turbiedad se puede reducir utilizando canales de infiltración o filtros ásperos, tales como filtros de grava antes del filtro de arena. Los filtros lentos de arena no retiran completamente todos los químicos orgánicos, sustancias inorgánicas disueltas, como metales pesados o precursores del trihalometano (THM)—compuestos químicos que pueden formar THMs cuando se mezclan con el cloro. Incluso, el agua con arcillas muy finas no es tratada fácilmente usando filtros lentos de arena. El filtro de carbón granular activado (CGA) tipo emparedado es un filtro modificado lento de arena que retira material orgánico. Este filtro utiliza como base una capa de arena que tiene una profundidad de aproximadamente 1 pie, una capa intermedia de CGA de aprox. 0,5 ft y una capa superior de arena con una profundidad aproximada de 1,5 ft. Este filtro modificado lento de arena retira efectivamente pesticidas, carbón total orgánico y precursores de THM. Los filtros lentos de arena son menos efectivos al retirar microorganismos del agua fría porque a medida que la temperatura decrece, la actividad biológica dentro de la cama de filtro disminuye.

Descripción del Proceso

Los filtros lentos de arena requieren una muy baja aplicación o nivel de filtración (3,5 L/h a 34 L/h por cada pie cuadrado de área de la cama de filtro, dependiendo de la graduación del medio de filtro y de la calidad del agua a tratar). La acción de retiro incluye un proceso biológico en adición a los procesos químicos y físicos. Una capa pegajosa de la materia biológica, llamada “schmutzdecke” se forma en la superficie de la arena, donde las partículas son atrapadas y la materia orgánica es biológicamente degradada. Los filtros lentos de arena dependen de esta capa de filtración en la superficie

del filtro para filtrar las partículas. A medida que la capa de filtración trabaja durante el ciclo de filtración, está asumiendo el rol dominante en la filtración más que en el medio granular. Una prueba piloto es siempre necesaria cuando se diseñan filtros lentos de arena.

Actualmente, los ingenieros no son capaces de predecir el funcionamiento de los filtros lentos de arena para una calidad específica de agua sin tratar.

La operación piloto de un filtro pequeño, preferentemente a lo largo de varias estaciones del año, asegurará el funcionamiento adecuado de una planta a gran escala. Se debe recordar, luego que después que el diseñador establece los parámetros, como la velocidad de filtración de la planta, profundidad de la cama y el tamaño de arena, es poco lo que puede hacer el operador de la planta para mejorar el funcionamiento del filtro lento de arena que no produzca agua satisfactoria. Una prueba piloto de la planta de filtro lento de arena no debe ser costosa. La prueba piloto de la planta ha sido realizada utilizando segmentos de pozos de observación y otros productos cilíndricos prefabricados, tales como vasos del filtro. Las instalaciones piloto de los filtros lentos de arena operan por largos periodos de tiempo, hasta un año, pero el nivel de esfuerzo puede ser bajo, consistiendo en controles diarios de pérdida de presión, rangos de flujo, temperatura del agua y turbiedad, y tomando muestras de coliformes.

Considerando que el mecanismo de purificación en un filtro lento de arena es esencialmente un proceso biológico, su eficiencia depende de una comunidad biológica equilibrada en la materia "schmutzdecke". Por lo tanto, los filtros deben operar a un nivel constante. Cuando la operación se detiene, los microorganismos causantes de degradación bacteriológica de las impurezas atrapadas pierden su efectividad. Operaciones intermitentes perturban la continuidad necesaria para una actividad biológica eficiente. Una forma de superar este problema es permitir al filtro que opere a un nivel decreciente. La filtración con nivel decreciente produce agua adicional, la cual generalmente es satisfactoria. Por otra parte, el modo de nivel decreciente puede ser aplicado durante la operación de noche, resultando en ahorros significativos de trabajo. El almacenamiento de agua filtrada es esencial en una planta de filtro lento de arena,

por dos razones. La primera es debido a la importancia de establecer una actividad biológica, por lo que el uso de cloro antes del filtro es inapropiado, y el operador debe proporcionar tiempo de contacto de desinfección en un recipiente de almacenaje. La segunda es que el almacenamiento es necesario para igualar la producción a la demanda.

Requerimientos de Operación y Monitoreo

Un filtro lento de arena debe ser limpiado cuando la arena fina se obstruya, lo cual es medido por la pérdida de presión. El periodo de tiempo entre las limpiezas puede variar desde varias semanas a un año, dependiendo de la calidad del agua que se quiere tratar. El operador limpia el filtro raspando la capa superficial de la cama de filtro. Un periodo de maduración de uno a dos días es requerido para que la arena raspada produzca una función de filtración biológica. La calidad del agua filtrada es pobre durante este periodo de tiempo y no debe ser utilizada. En algunos filtros pequeños lentos de arena, material geotextil es colocado en capas sobre la superficie. En este método de limpieza, el operador puede retirar una capa de la tela filtrante periódicamente de modo que la capa superior de arena requiere un reemplazo menos frecuente. En climas sujetos a temperaturas bajo cero grados centígrados, los filtros lentos de arena usualmente deben permanecer bajo techo. Los filtros descubiertos que operan en climas fuertes desarrollan una capa de hielo que previene su limpieza. Por lo tanto, operarán efectivamente sólo si los niveles de turbiedad del efluente son lo suficientemente bajas para que el filtro opere durante los meses de invierno sin ser limpiado. En climas más cálidos, se puede requerir una cubierta sobre el filtro lento de arena para reducir el crecimiento de algas dentro del filtro. Antes de limpiar un filtro lento de arena, el operador debe retirar la materia flotante, como hojas, algas. Cuando una unidad se encuentra paralizada para su limpieza, las otras se encuentran operando a un nivel ligeramente más elevado para mantener la producción de la planta. Después de la limpieza de la unidad, esta se alimenta de nuevo con agua a través de los drenajes inferiores. Esta agua puede ser obtenida de un tanque elevado ó utilizando agua de un filtro adyacente. Cuando el pozo de limpieza es diseñado, debe de considerarse la reducción temporal en la salida del agua, asegurándose que esa cantidad de agua se encontrará disponible para los usuarios. Una vez que el filtro ha sido limpiado, los microorganismos usualmente se restablecen

y producen un efluente aceptable. En áreas frías, la maduración puede tomar varios días. Aun cuando la turbiedad del efluente es suficientemente baja, el abastecimiento del agua puede ser reestablecido después de un día con una adecuada cloración. El monitoreo y operación de un filtro lento de arena no es complicado. Las tareas diarias incluyen lecturas y registros de las pérdidas de presión, turbiedad del agua cruda y filtrada, niveles de flujo y desinfectante residual. Si es necesario, el operador deberá ajustar el flujo para mantener la producción de agua en línea con la demanda. Además, con la promulgación de la Regla de Tratamiento de Agua Superficial, cada día el operador necesita usar los datos de flujo y desinfectante residual para calcular los valores del tiempo de contacto y determinar si la desinfección es lo suficientemente rigurosa. Estas tareas pueden requerir de una a dos horas a menos que se automatice. (p. 1-4)

En el caso de nuestro filtro, solo se limpiará cada 2 semanas la arena, se limpia lavándola la parte superior de la arena o poniendo arena nueva limpia.

2.4.12. Franco Limoso

El tipo de arena que se uso fue el Franco Limoso, ya que esta tiene limo en su composición, esto lo menciono ya que una de las variables que se debe manejar son cloruros y para bajar la concentración de cloruros hay métodos muy sofisticados y otros que empleo de tecnologías como la energía solar. Pero el nivel de concentración de esta no es mucho y en los prototipos para el filtro de arena se vio un decrecimiento de este compuesto (Anexo 5), esto se debe a que el limo absorbe este compuesto. Es por eso por lo que se eligió en el diseño de un Filtro Lento de Arena ya que solucionamos los indicadores que afectan el agua para el consumo humano.

Se debe recalcar que la arena usada es un Franco Limoso, este tipo de suelo tiene el limo necesario para absorber dentro de su estructura el cloruro, ya que tiene una textura moderadamente fina, y un porcentaje de 75% Limo y un 25% Arena. Se aprecia en la Figura 2. El Limo es algo plástico por eso lo absorbe en su estructura gracias a la fuerza de Adhesión que se establece entre la partícula y la molécula de agua.

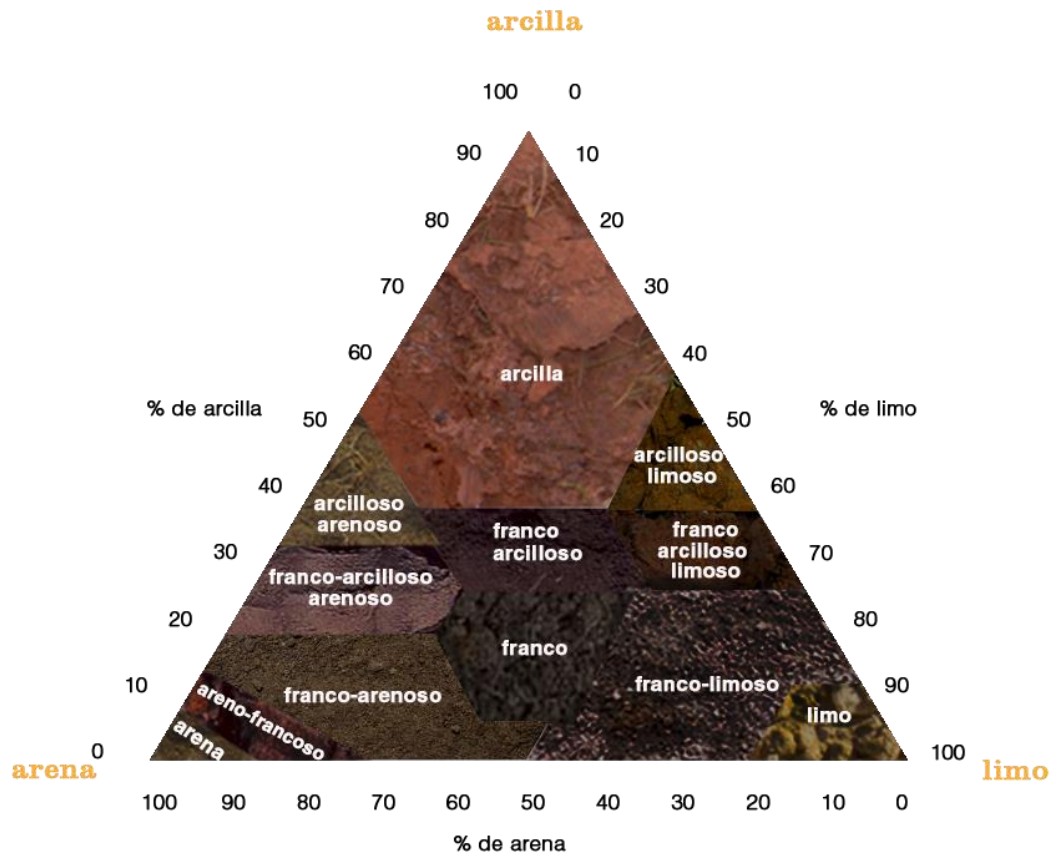


Figura 2: Textura del suelo. Fuente de EDUCARM (2008)

Cabe resaltar que la adhesión máxima está en los límites de Atterberg. Que se aprecia en la Figura 3.

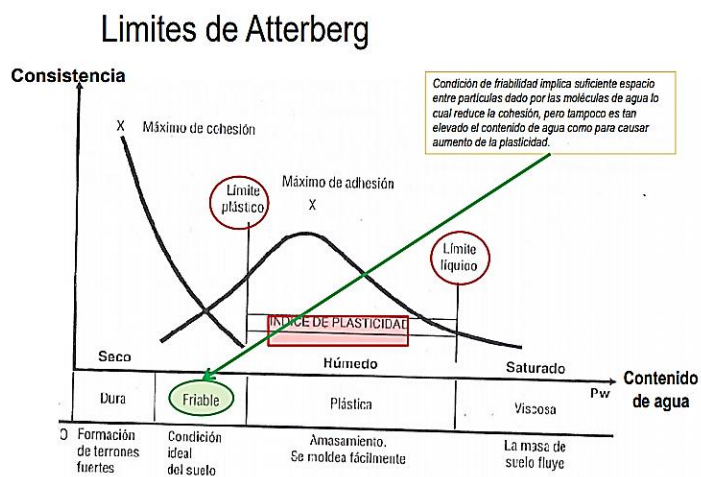


Figura 3: Límites de Atterberg. Fuente de ETSAC (2010)

CAPITULO III:
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3. Planteamiento Metodológico

3.1. Metodología

3.1.1. Método

3.1.1.1. Ubicación geográfica

Pampa Colorada está ubicada en el departamento de Arequipa, en la provincia de Islay y en el distrito de la Punta de Bombón.

Sus coordenadas geográficas UTM son:

239723.12 m E

8098516.02 m S

Con una elevación de 834 m.s.n.m.

3.1.2. Tipo de investigación

El Tipo de investigación es el explorativo y el experimental para averiguar cómo podemos resolver el problema de servicio de agua en la zona y cómo podemos hacer que esta agua sea para el consumo humano de la población de Pampa Colorada.

3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es Explicativo.

3.2. Diseño de la investigación

- Conseguir datos meteorológicos del Senamhi, de las cercanías de Pampa Colorada, que serán de humedad y precipitación.
- Explicare la manera de cómo funciona los atrapanieblas y los materiales necesarios para hacer uno.
- Medir el volumen de agua diario-colectado durante un año.
- Analizar la calidad de agua del atrapanieblas en un laboratorio.
- Estandarizar el FLA, mediante el método Ortogonal.
- Comparar el sistema atrapanieblas con la compra de agua en cisternas.

3.2.1. Diseño Experimental

En este apartado, es exclusivamente para el objetivo 5 donde se hizo la experimentación con prototipos. La unidad experimental es el filtro lento de arena, donde se evalúa los siguientes parámetros:

- Masa de Arena
- Volumen del Filtro

En esta fase de la investigación nos enfocaremos en buscar cual es el mejor tamaño y la mejor cantidad de arena necesaria para que el Filtro Lento de Arena (FLA) tenga un desempeño más estable y confiable al precio de manufactura más bajo. Para que la propia comunidad sea capaz de hacer este filtro con unos estándares óptimos y a un precio bajo.

Se hizo 4 prototipos de los cuales se le hizo una repetición en los resultados, como se puede apreciar en el anexo 5 cada repetición bajaba la concentración de las variables que se quería, la primera muestra fue con el filtro seco y la segunda muestra fue después de la primera lavada y se vio una reducción de los resultados, ahora bien, se usara los resultados de la segunda muestra ya que es la limpiada del filtro seco. Y como en los atrapanieblas va a ser una constante caudal de agua siempre estará húmedo el filtro. Ver Figuras 2, 3, 4 y 5

El método de ingeniería de calidad que usaremos es el método Ortogonal, este método es usado para producir los mejores parámetros para el diseño óptimo del proceso, con el mínimo número de experimentos. Los resultados obtenidos son analizados con el método ortogonal para:

- Estimar la contribución de los factores individuales que influyen en la calidad de agua en el diseño del Filtro.
- Conseguir la mejor condición del Filtro Lento de Arena.

Diseños Factoriales Ortogonales de 2

La convención que se utiliza para nombrar los arreglos ortogonales es $L_a(b)_c$ donde:

L =indica que es un arreglo ortogonal.

a = Número de corridas experimentales.

b = Numero de niveles para cada factor.

c =Numero de columnas o factores de un arreglo ortogonal.

Entonces nuestro arreglo ortogonal seria $L_4(2)_2$

TABLA 3: RESULTADOS DE LOS CUATRO PROTOTIPOS HECHOS

No.	Volumen del Filtro	Masa de Arena	Resultados
1	7 L	4 kg	Y1 Cl=106,6 Turbiedad= <0,7 TDS=1640
2	7 L	6 kg	Y2 Cl=102,7 Turbiedad= <0,7 TDS=2340
3	10 L	4 kg	Y3 Cl=66,7 Turbiedad= 0.85 TDS=1795
4	10 L	6 kg	Y4 Cl=124,5 Turbiedad= <0,7 TDS=2015

Y =calidad de agua con los parámetros que hemos analizado

El filtro lento de arena (FLA) redujo a niveles aceptables el TDS y la turbiedad, en los primeros experimentos lo más preocupante fue el exceso de cloruros así que trabajaremos en el método ortogonal la variable solo de cloruros.

ANÁLISIS DE DATOS MEDIANTE ARREGLOS ORTOGONALES

- Determinación de promedios de respuesta para niveles de factores.

$$\frac{Y1 + Y3}{2} = X1$$

$$\frac{Y2 + Y4}{2} = X2$$

- Selección de niveles óptimos de un factor mediante la comparación de promedios de respuestas.
- Predecir la respuesta promedio del proceso utilizando los niveles óptimos.
- Comparación de la predicción con los resultados de una corrida de confirmación.

TABLA 4: CONCENTRACION DE VOLUMEN Y DE MASA EN TERMINOS SIMPLES

No.	Volumen del Filtro	Masa de Arena
1	Bajo	Bajo
2	Bajo	Alto
3	Alto	Bajo
4	Alto	Alto

Ahora se conduce a valores de entrada estandarizados, donde los valores bajos se codifican en -1 y los altos se codifican en +1. Estos valores codificados estandarizan la escala y las unidades de las variables de entrada.

TABLA 5: ESTANDARIZACION DE LOS VALORES EN EL METODO ORTOGONAL

Na	Volumen del Filtro (T)	Masa de Arena (C)	T*C	Resultados
1	-1	-1	1	Y1
2	-1	1	-1	Y2
3	1	-1	-1	Y3
4	1	1	1	Y4

TABLA 6: ESTANDARIZACION DE LO VALORES COMBINADOS CON LOS PROMEDIOS DE CADA PROTOTIPO

No.	Volumen del Filtro (T)	Masa de Arena (C)	T °C	Resultados
1	-1	-1	1	Y1
2	-1	1	-1	Y2
3	1	-1	-1	Y3
4	1	1	1	Y4
prom(+1)	$\frac{Y3+Y4}{2}=95,45$	$\frac{Y1+Y3}{2}=96,5$	$\frac{Y2+Y3}{2}=84,7$	X1=96,5
prom(-1)	$\frac{Y1+Y2}{2}=104,65$	$\frac{Y2+Y4}{2}=113,6$	$\frac{Y1+Y4}{2}=115,55$	X2=113,6

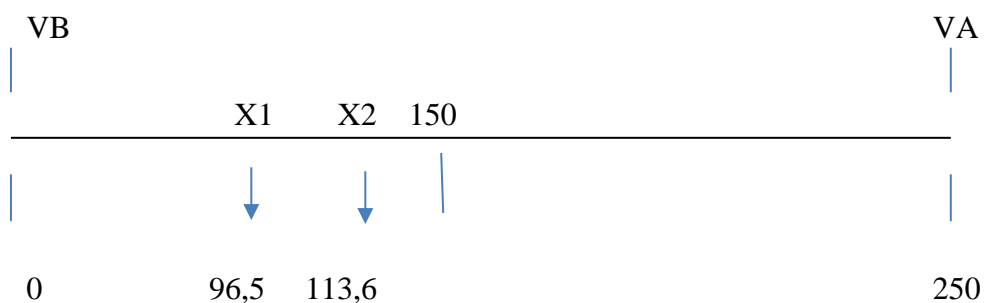
El promedio que necesitamos para unos óptimos estándares de calidad en el diseño del filtro de arena es el del peso de la arena, ya que este es el que absorbe el cloruro.

Grafica lineal para el modelo



Según la normativa la máxima cantidad de cloruros en el agua debe ser menos de 250 mg/L. Según el DS N° 015-2017-MINAM. En la gráfica lineal +1 es 250 mg/L y el -1 el valor 0 mg/L respecto al Cloruro.

Según Guy Sela, generalmente menos de 150 ppm(mg/L) es seguro para la mayoría de cultivos. Siempre que se apliquen las practicas adecuadas del manejo de riego.



Ambos resultados de X1 y X2 nos dan valores óptimos para el agua de consumo humano y apta para el cultivo, los promedios obtenidos son 8,5 en volumen y 5 Kg en peso de arena.

Se resalta que con 4 Kg de arena que se mira en la tabla 3, se puede observar que con el primer prototipo con 4 Kg de arena ya bajo la concentración de cloruros y con el método ortogonal nos dice que lo más optimo es con 5 Kg.



Figura 4. Primer Prototipo con un volumen de 7 Litros y 4 Kg de arena



Figura 5. Segundo Prototipo con un volumen de 7 Litros y 6 Kg de arena



Figura 6. Tercer Prototipo con un volumen de 10 Litros y 4 Kg de arena



Figura 7. Cuarto prototipo con un volumen de 10 Litros y 6 Kg de arena

A continuación, se mostrará el orden estricto en el que deben colocarse las capas de materiales dentro del recipiente. Figura 8.

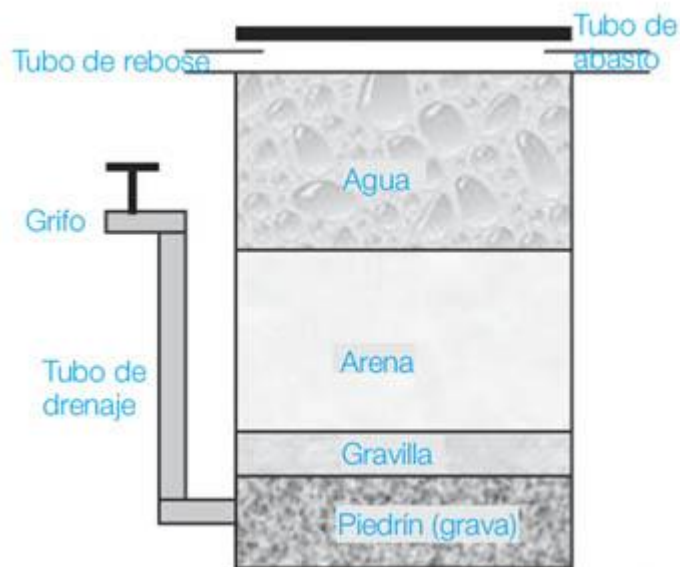
En la punta de la botella se pone un pequeño algodón, luego de eso se agrega 3,5 cm de grava, 3,5 cm de gravilla y 13 cm de arena fina.

En Porcentajes seria 50% de arena limosa, 25 % de gravilla y un 25% de grava.

El filtro de arena funciona de forma bastante simple, sólo se adiciona agua por la abertura del recipiente y dejamos que la gravedad haga su trabajo y filtre el agua. Se puede recoger el agua filtrada por el agujero creado previamente.

Las diferentes capas del filtro de arena casero van a capturar partículas suspendidas con la finalidad de dejar el agua muy clara y transparente, esto se puede apreciar en el anexo 3.

Figura 8. Grafica del Filtro Lento de Arena (FLA). Elaboración Propia.



3.2.2. Diagrama de Flujo



DIAGRAMA: ELABORACION PROPIA

3.3. Hipótesis de la investigación

3.3.1. Hipótesis General

- Debido a que existe escasez de agua generada por el cambio climático en Pampa Colorada de la provincia de Islay distrito de Punta de Bombón; por lo tanto, es necesario desarrollar una medida de adaptación como es el sistema de atrapanieblas que se acople a un Filtro Lento de Arena ayudara a que el agua sea consumo humano para esta población.

3.3.2. Hipótesis Especificas

- La escasez de agua es debido al cambio climático.
- Los atrapanieblas son amigables con el medio ambiente cuando se instalen.
- El caudal de un atrapaniebla es mas de 300 L al día. A lo largo del año.
- El agua del sistema de Atrapanieblas es apta para el consumo humano.
- Usando el Filtro Lento de Arena este ayudara a que el agua sea de consumo humano, porque absorbe cloruros y baja la concentración de turbiedad del agua colectada en los atrapanieblas.
- Usando este sistema de atrapanieblas es rentable que la obtención con Cisternas. Ya que este tiene mas vida útil.

3.4. Variables

3.4.1. Variables Dependientes

Agua para el consumo Humano.

3.4.2. Variables independientes

Sistema de Atrapanieblas Acoplados a un Filtro Lento de Arena.

3.4.3. Operacionalización de las variables

Es necesario saber los factores que determinan la calidad de agua y que indicadores influyen en esta. Ver Tabla 7.

TABLA 7: Operacionalización de las variables

Variable		Indicadores	Unidad
Variable independiente	Sistema de atrapanieblas acoplados a un Filtro Lento de Arena	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal • Volumen del filtro • Masa de arena 	<p>m³/s</p> <p>M³</p> <p>Kg</p>
Variable Dependiente	Agua para el consumo Humano	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal • Coliformes Totales • Cloruros • TDS • Turbiedad 	<p>M³/s</p> <p>NMP/100 ML</p> <p>Mg/L</p> <p>Mg/L</p> <p>NTU</p>

Fuente: Elaboración propia

3.5. Cobertura del Estudio

3.5.1. Universo

Desierto de Atacama (sur de Ica al norte de Chile)

3.5.2. Población

Zonas Áridas del Distrito de Punta de Bombón, Provincia de Islay, Arequipa

3.5.3. Muestra

Asentamiento de Pampa Colorada

3.5.4. Muestreo

Sistema de Atrapanieblas acoplados a un filtro lento de arena establecidos en Pampa Colorada

3.6. Técnicas e Instrumentos

3.6.1. Técnica de la investigación

Para elaborar este proyecto de investigación se necesitará información de:

- Para medir la cantidad de Humedad existente y los meses que hay humedad, se ira al SENAMHI para recoger datos meteorológicos de las estaciones de Ilo, Cocachacra y Moquegua. Ya que no contamos datos meteorológicos de la zona y estas estaciones nos darán una perspectiva de la cantidad de humedad que puede haber y las épocas donde hay.
- Para medir el caudal de los atrapanieblas se medirá todo el año la cantidad de agua que sale de acuerdo con cada mes del año.
- Se llevará al laboratorio la calidad del agua de los atrapanieblas y la calidad de agua (TDS, turbiedad y Cloruros) aplicando los filtros.
- Se comparo la calidad del agua obtenida de los atrapanieblas y el agua tratada (Consumo Humano)
- Datos Bibliográficos, papers, e información del internet.

3.6.2. Instrumentos de la investigación

- Examen en laboratorios para el análisis del agua.
- Caudalímetro
- Filtros de Arena

3.7. Procesamiento estadístico de la información

3.7.1. Estadísticos

3.7.1.1. Caudal

Tabla 8: Caudal anual de 10 atrapanieblas

Meses	Caudal (L/día)
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0
Mayo	30
Junio	1100
Julio	2200
Agosto	2200
Setiembre	500
Octubre	30
Noviembre	20
Diciembre	0

Tabla: Caudal de los atrapanieblas en el año, elaboración propia.

El caudal promedio es de 507 L/día que se aprecia en la Figura 6.

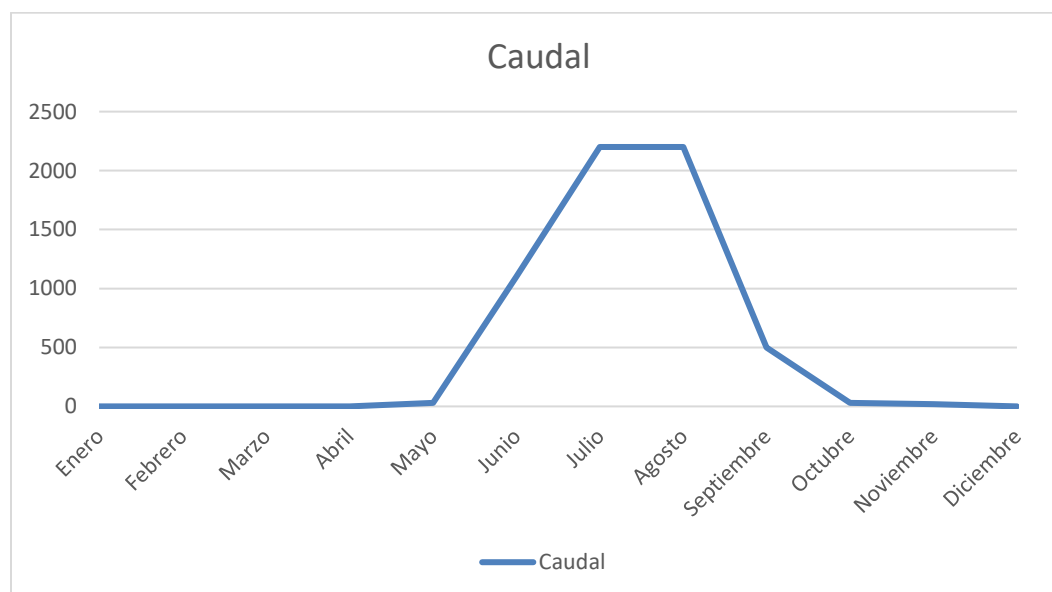


Figura 9. Caudal Promedio al año. Elaboración Propia

3.7.1.2. Humedad

La presente tabla muestra la humedad relativa de las 3 estaciones meteorológicas de Pampa Blanca, Ilo y Moquegua. En el medio de estas estaciones esta la zona donde se encuentra Pampa Colorada.

Nota: hay datos que no hay por qué no se registró en el sistema de SENAMHI.

Tabla 9: Humedad Relativa de los alrededores de Pampa Colorada.

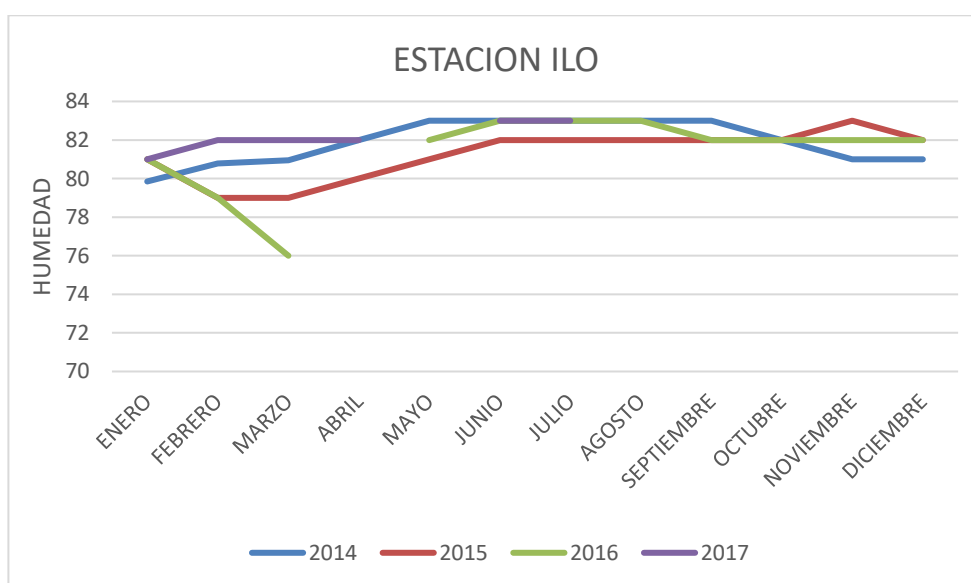
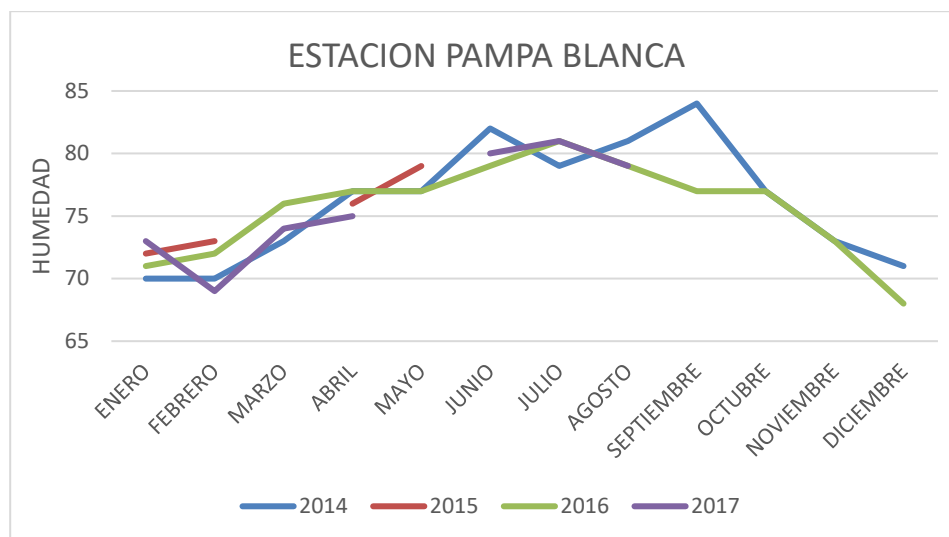
ESTACION PAMPA BLANCA													
HUMEDAD RELATIVA (%)													
Variable	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
HR101	2014	70	70	73	77	77	82	79	81	84	77	73	71
HR101	2015	72	73	-	76	79	-	-	-	-	-	-	-
HR101	2016	71	72	76	77	77	79	81	79	77	77	73	68
HR101	2017	73	69	74	75	-	80	81	79	-	-	-	-

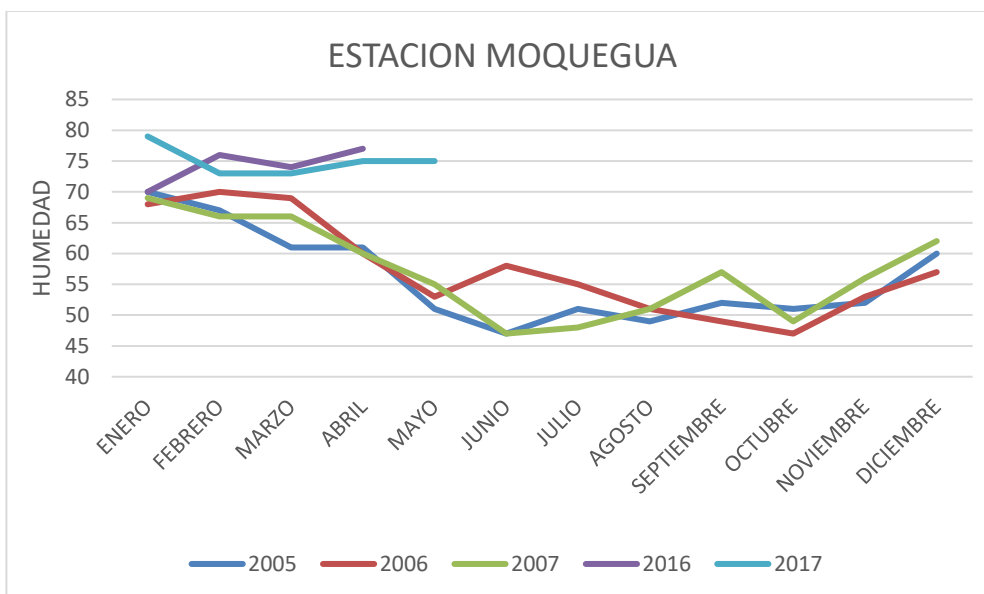
ESTACION ILO													
HUMEDAD RELATIVA (%)													
HR101	2014	79,85	80,78	80,95	82,14	82,61	83,26	83,06	82,92	83,39	82,64	81,7	81,01
HR101	2015	80,89	79,7	79,57	80,27	80,99	82,49	82,34	82,65	82,3	82,61	82,6	81,73
HR101	2016	81,17	79,51	76,58	-	82,35	82,99	83,11	82,88	81,98	82,32	82	81,86
HR101	2017	81,88	82,48	82,46	82,67	-	82,7	83,29	-	-	-	-	-

ESTACION MOQUEGUA													
HUMEDAD RELATIVA (%)													
HR101	2005	70,26	67,02	61,72	60,85	50,67	47,21	51,37	49,67	51,85	50,67	52,1	60,2
HR101	2006	68,84	70,82	68,66	60,96	53,07	57,95	55,49	51,01	48,97	46,55	52,7	56,7
HR101	2007	69,52	66,44	66,81	60,9	54,66	47,63	48,67	51,58	57,95	49,03	56,7	61,7
HR101	2016	70,2	75,93	73,76	77,01	-	-	-	-	-	-	-	-
HR101	2017	79,41	73,39	75,49	75,38	-	-	68,5	-	-	-	-	-

Tabla: Humedad relativa al año. Proporcionado por el Senamhi

Figura 10: Diagrama de Humedad.





3.7.1.3. Precipitación

Tabla 10: Precipitación anual alrededor de Pampa Colorada

ESTACION PAMPA BLANCA
PRECIPITACION TOTAL
MENSUAL (mm)

Variable	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PT101	2012	0	0,2	0	0,5	0	0	0	0,9	0	0,7	0	0
PT101	2013	0,3	0,4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
PT101	2014	0	0	0	0	0	1,4	0,2	0,5	0	0,5	0	0,2
PT101	2015	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-

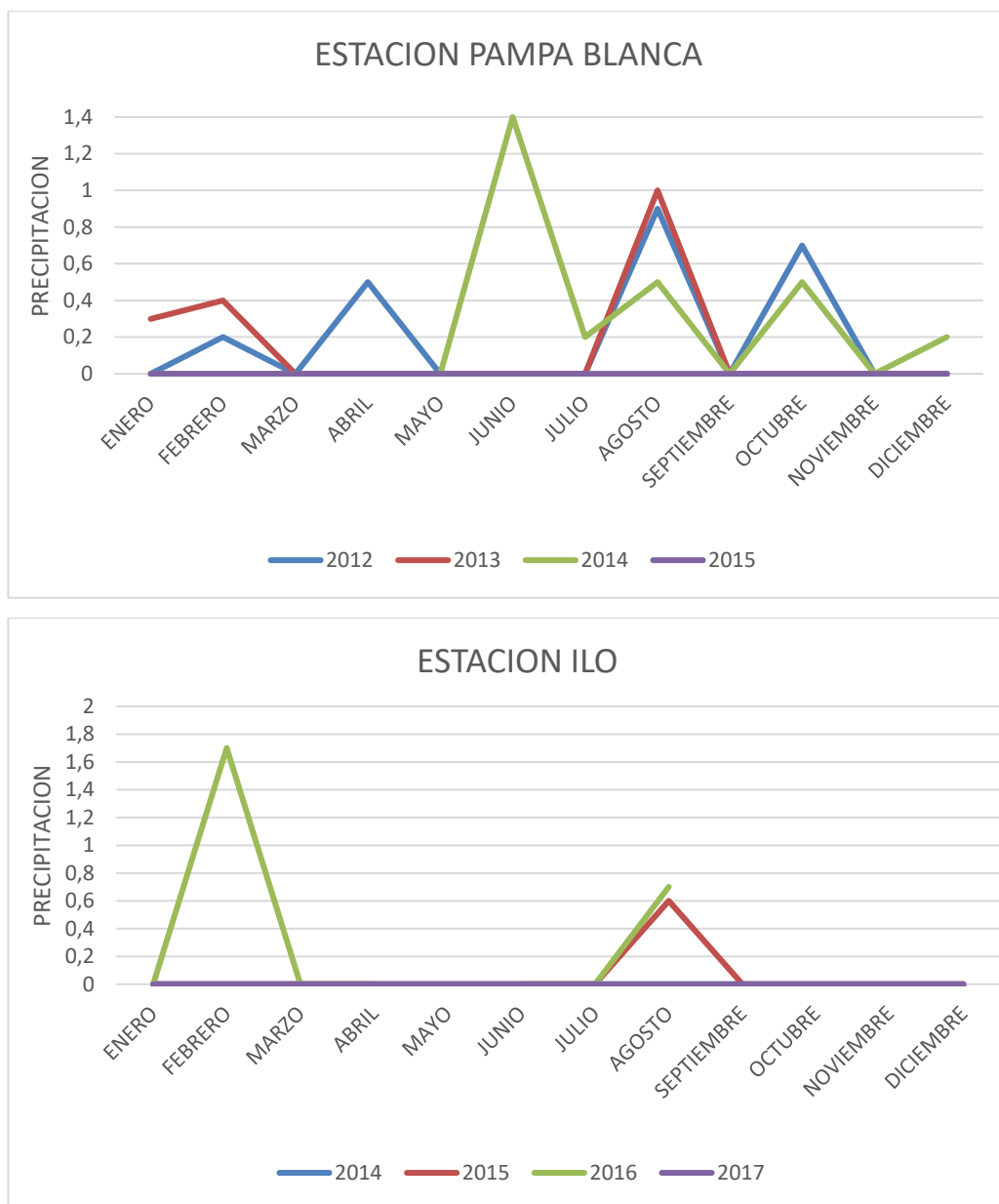
ESTACION ILO
PRECIPITACION TOTAL
MENSUAL (mm)

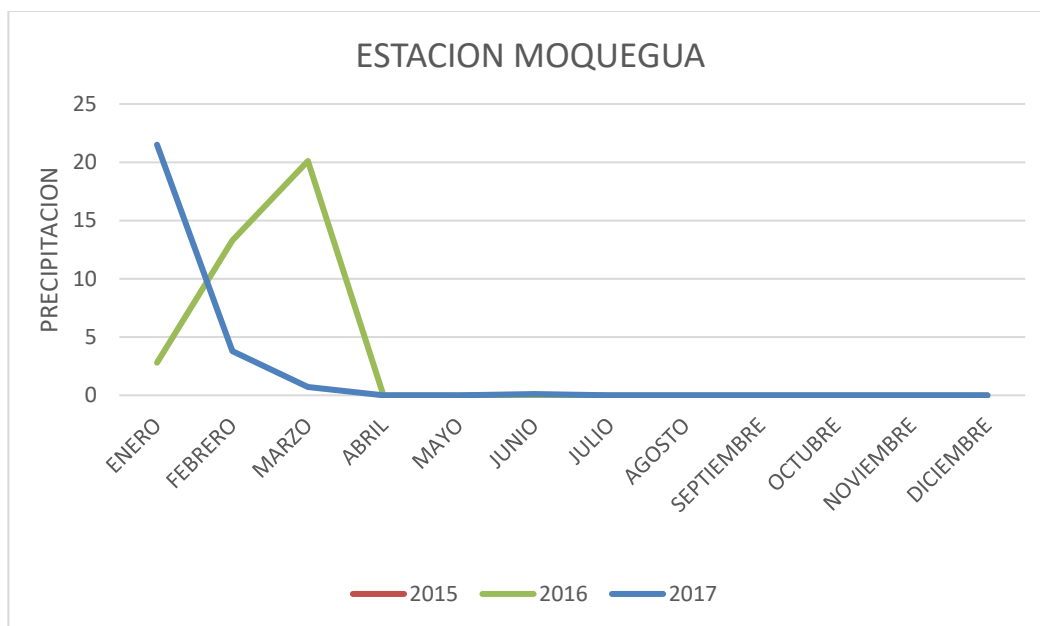
PT101	2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT101	2015	0	-	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0
PT101	2016	0	1,7	0	-	0	0	0,7	-	-	-	-	0
PT101	2017	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-

ESTACION MOQUEGUA
PRECIPITACION TOTAL
MENSUAL (mm)

PT101	2015	2,8	13,3	20,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PT101	2016	0	5,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
PT101	2017	21,5	3,8	0,7	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-

Figura 11. Diagrama de precipitación





3.7.2. Representación

Se usará en estadística Chi cuadrado para saber si influye el filtro lento de arena en la calidad de agua.

Tabla 11: Cuadro de los prototipos hechos con sus resultados respectivos.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Sin Tratamiento
Cloruro (mg/L)	106.6	102,7	66,7	124,5	450.1
Turbiedad (NTU)	<0.7	<0,7	0.85	<0,7	45
TDS (mg/L)	1640	2340	1795	2015	1396

En la presente tabla apreciamos todos los tratamientos hechos y el último sin un tratamiento previo es la misma agua de atrapanieblas.

Se tiene que recalcar que el TDS es elevado en toda la costa sur del Perú, esto no es un tema de preocupación ya que el TDS es toxico para la salud cuando está presente otros factores estresantes, tales como un pH anormal, alta turbidez o reducción del Oxígeno Disuelto.

Las lecturas de TDS solo nos dan una idea de la eficiencia del filtro y la clasificación de agua. El nivel permitido en el Perú según la norma es de 1500 mg/L. En la costa sur del Perú como en Camaná y Mollendo se detectó hasta 2000 mg/L en su agua potable pero como dije anteriormente el TDS es toxico para el ser humano si este esta combinado con otros factores ya mencionados.

Para hacer una mejor estadística se usará el tratamiento 1 comparando con el sin tratamiento. Se usará el tratamiento 1 ya que nos da valores más aceptables en el agua.

3.7.3. Técnica de comprobación de la hipótesis

¿influye el filtro lento de arena en la calidad de agua obtenida del atrapanieblas?

Ho= No influye en el agua obtenida

Hi= Si influye en el agua obtenida

Tabla 12: Cuadros estadísticos de chi cuadrado (X^2)

Experimental	Tratamiento 1	Sin tratamiento	total
cloruros (mg/L)	106,6	453,1	559,7
Turbiedad (NTU)	0,7	45	45,7
TDS (mg/L)	1640	1396	3036
Total	1747,3	1894,1	3641,4
	0,479842918	0,520157082	1

Esperado	Tratamiento 1	Sin tratamiento	Total
cloruros (mg/L)	268,568081	291,131919	
Turbiedad (NTU)	21,92882133	23,77117867	
TDS (mg/L)	1456,803098	1579,196902	
Total			

Margen de error: 0.05

Grados de libertad:2

Recordemos la fórmula de chi cuadrado:

$$X^2 = \sum \frac{(E-ES)^2}{ES}$$

Experimental	esperado	chi2
106,6	268,56	97,6729282
0,7	21,92	20,542354
1640	1456,8	23,0383306
453,1	291,13	90,1119119
45	23,77	18,9614178
1396	1579,19	21,2504994
		Chi2
		271,577442 calculado

Tabla 13: Tabla distribución chi cuadrado x^2

V/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	10,8274	10,8274	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363

X^2 TABLA=5,9915

X^2 calculado=271,577

Si: x^2 cal > x^2 tabla entonces la H_0 es rechazada

La H_1 es correcta

El filtro lento de arena si influye en la calidad de agua obtenida en el atrapanieblas y ayuda a que esta sea de consumo humano.

3.8. Ámbito de Estudio

Ubicación de Pampa Colorada en El mapa sur del Perú



Figura 11: Ubicación de la estación y el sitio de pampa Colorada

El agua de atrapanieblas como se expuso en la parte del marco teórico es un método para obtener agua proveniente del aire dependiendo del grado de humedad que hay en el aire y el estudio de la cantidad de agua que se puede sacar en un metro cuadrado usando los neblinómetros. Pero se llega a un punto en el que es necesario determinar si el agua recolectada de estos atrapanieblas es apta para el consumo humano ya que por falta de servicio potable en la zona necesitan una forma de obtener agua potable y saber cómo potabilizar esta agua. Para esto se analizó el agua proveniente del atrapaniebla que se encuentra en el anexo 1.

La comunidad Pampa Colorada me certifica a mi como tesista e investigador que se encuentra en el ANEXO 6.

Se resalta que los atrapanieblas son una donación por parte de una ONG llamada Peruanos sin Agua que el director General, Abel Gutiérrez, certifica que los atrapanieblas fueron una donación, ver ANEXO 7.

Como se aprecia en los resultados obtenidos del análisis del agua de atrapaniebla y comparándolo con la normativa de agua de consumo humano dada por el MINAM, se puede apreciar que los problemas que se presentan son la presencia en cloruros,

TDS y turbiedad. Donde estos parámetros se exceden en la normativa para resolver estas variables se usará un diseño de Filtro Lento de Arena (FLA) simple ya que como se estudió en la parte del marco teórico el Filtro Lento de Arena (FLA) ayudará a eliminar en gran parte la turbiedad del agua y el TDS, pero como se aprecia hay cloruros también eso significa que la neblina es de tipo de salobre. Y la arena presente en el Filtro gracias por que contiene Limo absorbe los cloruros en el agua. Ver Figura 7.



Figura 10. Pancarta de la entrada de Pampa Colorada

CAPITULO IV
ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Caracterización de los atrapanieblas

Los atrapanieblas está compuesto por unos soportes de madera de 7 metros de altura, una malla Rachel de 2,20m x 3,5 m, alambres, tensores, estacas, una canaleta de PVC de 4" cortada a la mitad. Los atrapanieblas están estandarizados. Se colocó a 100 metros de la entrada de la comunidad de Pampa Colorada. Tiene una duración de 7 años. Y es amigable con el medio ambiente ya que no impacta al ecosistema de la zona, ya que es un desierto. La neblina llega desde la 7 pm hasta la madrugada. Es donde se capta el agua en Pampa Colorada. En la Pampa Colorada es una zona donde la niebla es abundante ya que está relativamente cerca al mar (13 km) y por la elevación (834 m). Los meses de niebla en la zona vienen desde mayo hasta noviembre, la mayor demanda está en los meses centrales que son julio y agosto; verano que comienza de diciembre a abril no hay niebla por la falta de humedad en la zona.

El sistema de colección de agua de niebla es muy simple. Se basa en un conjunto de atrapanieblas (tecnología no tradicional), una cañería o sistema de conducción de agua para el tratamiento (consumo humano), una conducción a uno o más estanques de almacenamiento de agua. Los atrapanieblas son estructuras similares a un letrero caminero, compuestas de dos postes de eucaliptus, una malla Rachel, una canaleta que recibe el agua colectada y todo un sistema de soportes. Como la niebla se presenta a altitudes superiores, generalmente a partir de los 500 m, y las caletas se encuentran al nivel del mar, los atrapanieblas se ubican en las montañas de la cordillera de la Costa que enmarcan dichos poblados; de este modo el agua escurre por gravedad. En el caso de las familias de agricultores y ganaderos que generalmente viven en los lomajes de dicha cordillera, tampoco requieren elevar el agua a sus viviendas, chacras o bebederos. Por lo tanto, contar con el recurso en altura es una ventaja, ya que para su conducción no se requiere ningún tipo de energía, sino que éste baja por gravedad.

Una de las preguntas más frecuentes sobre el sistema es el que se refiere a cuanta agua puede extraerse de la niebla. El sistema puede colectar toda el agua que se requiera si

cuenta con la presencia de neblina de adecuada frecuencia y con el espacio para la instalación de los atrapanieblas. El sistema es amigable con el medio ambiente y no presenta impedimentos de ese tipo. Por otra parte, es considerada “agua nueva”, es decir, el agua que se extrae de la niebla no viene de otro sistema hidrológico (río, acuífero, etc), no se está restando a otro uso, sino que de no utilizarse, ésta se evaporará al cambiar las condiciones atmosféricas.

La tecnología ha progresado fundamentalmente en cuanto a la construcción, diseño y materiales de los atrapanieblas. Uno de los primeros problemas fue su costo, el que se elevaba principalmente por el alto valor de la mano de obra que construía el sistema en el lugar de emplazamiento definitivo. Esto significaba que había que instalar un campamento para brindar alojamiento y alimentación a los obreros; actualmente los atrapanieblas se prefabrican en la ciudad, de modo que la instalación es más fácil y eficiente. Otro problema que el sistema mostró al principio fue la vulnerabilidad en relación con los temporales de viento que producían problemas en la malla y el soporte. Hoy, estos problemas se han ido solucionado mediante un dispositivo que permite que la malla se desprenda cuando el viento es muy elevado. Así como éstos, varios otros inconvenientes han sido abordados, avanzando en tecnología y bajando los costos. Estos adelantos implican que ya se puede pensar en sistemas masivos para abastecer un alto número de personas o a otras actividades productivas como por ejemplo la agricultura o la industria.

4.1.1.1. Evaluación Económica del Sistema de Atrapanieblas acoplado a un Filtro Lento de Arena

En este aparatado analizaremos el costo de un atrapaniebla y el filtro lento de arena si se quiere implementar en otros lados para que tengan noción de cuánto costaría hacer uno con su debido Filtro de Arena. Se debe recalcar que el Filtro está especializado para mi Tesis y Filtro debe ser distinto de acuerdo con el tipo de agua y lo que uno busca.

Atrapaniebla:

- Postes de Madera (7 m): 185\$
- Malla Rachell (2.20 X 3,50): 7.32\$

- Estacas: 6.71\$
- Alambre Recocido: 120\$
- Canaleta (3m): 15,25 \$
- Manguera (5/8): 6.71\$
- Tanque de agua (1100 L): 122\$

COSTO DEL ATRAPANIEBLA ES DE 463 \$

Filtro Lento de Arena

- Arena (5 Kg): 3\$
- Grava (2.5 Kg): 2\$
- Gravilla (2.5 Kg): 2\$
- Tanque (250 Litros): 70\$

COSTO DEL FILTRO LENTO DE ARENA ES DE 77\$

Transporte:

Suponiendo que se haya comprado en Arequipa, el costo de traer 10 atrapanieblas a Pampa Colorada sería unos 100\$.

Instalación:

Los pobladores recibieron una capacitación de como instalarlo en un par de horas. Instalar un atrapanieblas es realmente sencillo, pero si se desea una mano especializada en el tema. Se cobra por instalación de atrapanieblas 30\$.

COSTO TOTAL DE INSTALAR UN ATRAPANIEBLA CON SU FILTRO LENTO DE ARENA EN PAMPA COLORADA ES DE 670\$

4.1.2. Volumen de Agua

El agua colectada en Pampa Colorada es 507 L/día, cabe resaltar que el sistema de atrapaniebla consta de 10 atrapanieblas en su conjunto. Solo se capta agua en los meses de mayo a noviembre, por la presencia de humedad relativa, y no se capta agua en los meses de verano. Se puede ver esta información en la parte metodológica de la Tesis.

4.1.3. Calidad del Agua Colectada

El reto ahora radica en potabilizar el agua obtenida del atrapaniebla, es por esto por lo que se mandara analizar el agua y comparándola con el Estándar Nacional de Calidad

Ambiental para Agua (DS 015-2015 MINAM) para saber que variables e indicadores trabajaremos para tratar el agua y sea de consumo humano esta información está en el ANEXO 1.

Los indicadores que se trabajaran son: Cloruros, TDS, Caudal y Turbiedad

En el siguiente apartado se estudiará a más profundidad el diseño del FLA.

Luego se llevará el agua tratada a un tanque de almacenamiento para su posterior uso. Así se llevará a cabo el plan de investigación para mitigar los efectos del calentamiento global.

El diseño de la investigación será experimentos en campo ya que no podemos llevar la muestra estudiada en el campo así que se hará una investigación estudiando la humedad de la zona todo el año y sacar estadística cuánta agua se saca durante el año para las dimensiones del Filtro Lento de Arena (FLA) y su tratamiento. Para esto se usó un prototipo del Filtro Lento de Arena (FLA) si funciona y así hacerlo en gran escala.

Se experimentó en el campo con unos prototipos para mejorar la calidad de agua. Se trabajó con las variables:

- Turbiedad (45 NTU)
- TDS (1396 mg/L)
- Cloruros (453,1 mg/L)

Para verificar la experimentación que hice se mandó a analizar el agua tratada con los prototipos para ver algún cambio que están en el anexo 2 y de acuerdo con eso ver una manera para hacerlo en gran escala.

Para analizar los cloruros se usó. Argentometric Method Este método es aplicable para la determinación de cloruros en aguas potables o superficiales, siempre que no tengan excesivo color o turbidez. Se basa en el método de Mohr. Sobre una muestra ligeramente alcalina, con pH entre 7 y 10, se añade disolución de AgNO_3 valorante, y disolución indicadora K_2CrO_4 . El Cl^- precipita con el ión Ag^+ formando un compuesto muy insoluble de color blanco. Cuando todo el producto ha precipitado, se forma el cromato

de plata, de color rojo ladrillo, que es menos insoluble que el anterior y nos señala el fin de la valoración.

Para medir los Sólidos Disueltos Totales (TDS) y Turbiedad se usa un Nefelómetro es un instrumento para medir partículas suspendidas en un líquido o en un gas, para lo que utiliza una fotocelda colocada en un ángulo de 90° con respecto a una fuente luminosa. La densidad de partículas es función de la luz reflejada por las partículas hacia la fotocelda. La cantidad de luz que refleje una determinada densidad de partículas depende de las propiedades de las partículas, tales como su forma, su color y su reflectividad. El calibrado del aparato con muestras patrón permite establecer una correlación de trabajo entre turbidez y sólidos suspendidos (que es una medida más útil, pero generalmente más difícil de cuantificar).

A los nefelómetros usados en las pruebas de calidad del agua, comúnmente se les llama turbidímetros. Sin embargo, puede haber diferencias entre los modelos de turbidímetros, dependiendo de la configuración geométrica de la fuente luminosa con respecto a la fotocelda. Un turbidímetro nefelométrico siempre detecta la luz reflejada por las partículas y no la atenuación debida a la turbidez. La unidad de turbidez para un nefelómetro calibrado se llama Unidad de Turbidez Nefelométrica, UTN o NTU.

Debe recordarse que se está trabajando con estas variables ya que son las que pasan el ECA de agua comparando con la norma ECA de AGUA MINAM 2017. El informe está en el ANEXO 1 de la presente Tesis, se debe mencionar que no se encontró Coliformes en el agua ya que es una “Agua Nueva”, es decir proviene de una fuente diferente que es la Atmosfera y no quita agua a las otras fuentes de agua como es el río o mar. Al contrario, esta agua debe usarse porque luego regresa a la atmósfera para formar el ciclo del agua. Los valores más altos son Cloruros (453.1 ppm), Turbiedad (45) y TDS (1396 mg/L) donde se debe tratar para que sea de consumo humano el agua de atrapanieblas.

4.1.4. Estandarización del Filtro de Arena

Como hemos visto en el Método Ortogonal, para tener resultados óptimos en el desarrollo del Filtro Lento de Arena, se necesita de 4 a 6 Kg de arena, ya que la arena

tiene el limo que absorbe el cloruro en el agua. Respecto al Volumen del Filtro no afecta a la calidad de esta. En Porcentajes sería 50% de arena limosa, 25 % de gravilla y un 25% de grava. El volumen no afecta los resultados ya que como hemos apreciado en el Método Ortogonal, debe ser más de 10 L según el caudal que reciba del atrapanieblas, como recibe un máximo de 2200 Litros en sus meses más abundantes se debe usar un tanque de 200 L con una válvula para el control del agua. La descarga de agua proveniente del Filtro de Arena, en la experimentación no se notó mucha la diferencia, es depende del tubo que hay, por eso recomiendo usar un tanque de 200 litros ya que tiene un tubo de descarga más ancho y que soporte la cantidad de agua en sus meses más demandados.

4.1.5. Análisis Económico

Para saber la factibilidad económica se debe saber el costo/beneficio que se obtendrá del sistema de atrapanieblas ya sea la demanda de agua, el costo del estudio y de los atrapanieblas y la comparación entre el costo de agua de cisternas.

Para comenzar los costos de los atrapanieblas fueron una donación de la ONG Peruanos sin Agua para esta población de Pampa Colorada (Ver anexo 7) fue financiados por la corona de los reyes de Europa (Holanda y España), para combatir la escasez de agua en lugares más necesitados. Ahora bien, el Señor Abel Gutiérrez, la persona que dirige esta organización. Instalamos 50 atrapanieblas de los cuales yo trabajo con 10 para el tratamiento de consumo humano. Mis costos en la investigación fueron los pasajes, estadía, comida, prototipos, laboratorios y la experimentación en gran escala para el tratamiento.

El costo de un atrapaniebla es de 2 200 soles y la cantidad de agua depende de la humedad que hay esto puede variar a lo largo del año, con un mínimo de 20 Litros/día y un máximo de 2200 Litros/día. Ahora una cisterna cuesta S/ 500 y lleva unos 5000 litros. Con el proyecto, Se saca en promedio 507 Litros/día, es decir con una inversión de 2 200 soles sacamos al mes unos 6080 Litros/mes. La

diferencia radica que un atrapaniebla tiene un tiempo de vida útil en promedio de 7 años.

TABLA 14: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL ATRAPANIEBLA VS CISTERNA

	1 año	3 años	7 años
Atrapaniebla	185 000 L	925 275 L	1 295 000
costo de S/ 2200			
Cisterna	185 000 L	925 275 L	1 295 000
	S/ 20 350	S/ 100 000	S/ 142 450

Los atrapanieblas lo único que necesitan es un mantenimiento si se necesita. Las cisternas son como pasivos que te quitan dinero del bolsillo si se sigue usando. Mientras que con atrapanieblas al principio puede ser una inversión fuerte pero luego es óptimo en el tiempo.

Con Osmosis Inversa, como la SWRO, produce 100 L/hora, es decir unos 876000 L/año. Con el pretratamiento del agua salobre, más la electricidad donde en la zona de Pampa colorada no hay. Más los ductos que llevaran hasta la población sería un mínimo de 300000 Soles.

4.2. Discusión de Resultados

- La medida de adaptación es una medida de mitigación contra el cambio climático por lo que es factible combatir la escasez de agua con el sistema atrapanieblas acoplado al FLA, en la zona de pampa colorada en los meses donde hay niebla durante los meses de abril hasta noviembre, mas no en los meses de verano, donde no hay niebla. Como se comprueba con los datos Meteorológicos recolectados en el Senamhi en las estaciones cercanas (Ilo, Moquegua y pampa blanca)

- El funcionamiento de los atrapanieblas es simple y muy rentable. También cabe resaltar que es amigable de con el medio ambiente. Estoy de acuerdo con los argumentos de favor de C. Pilar que habla bien de los atrapanieblas.
- El caudal promedio al día es de 500 L/día es una cantidad considerable solo que hay que usarla racionalmente y colocar más atrapanieblas en la zona, si el número de personas aumenta. Según en el apartado de Caudal de la presente tesis.
- El agua obtenida del atrapanieblas no es apta para el consumo humano ya que la niebla es una niebla salobre que tiene mucha cantidad de Cloruros (453.1 ppm) según el análisis de agua en el anexo 1 y esto no cumple con los estándares necesarios que están en el Decreto Supremo N° 015-2017-MINAM.
- Las cisternas de agua es el método más usado para llevar agua a lugares donde no hay, solo que el costo es de 500 nuevos soles más 50 soles en la gasolina. Donde traen 5000 litros de agua. Esta información fue recogida por los comentarios de los pobladores de Pampa Colorada.
- El atrapanieblas debe estar acoplado a un filtro lento de arena, ya que la arena con el limo juega un rol importante en la absorción de cloruros (453.1 ppm a 113.1 ppm), es necesario mínimo 4 Kg para que haya resultados significativos. Según análisis hechos en laboratorio. Anexo 5.

4.3. Contrastación de Hipótesis

- Se comprueba que el Método propuesto de los atrapanieblas acoplados a un filtro lento de arena, garantiza a que esta sea de consumo humano. Bajando la concentración de Cloruros (453.1 ppm a 113.1 ppm) y Turbiedad (45 NTU A <0,7 NTU).
- Cabe mencionar que los TDS no bajaron (1396 mg/L) y esto no es perjudicial para el consumo humano ya que se vuelve toxico cuando se combina con otros compuestos

elevados como la turbiedad o una baja concentración de oxígeno disuelto. (datos en referencias bibliográficas)

- Los atrapanieblas captan agua en los meses de mayo a Noviembre.
- El promedio del caudal al año es de más 507 L/día, es muy bueno para el pequeño grupo de personas que viven ahí.
- El filtro lento de arena es recomendable para bajar la concentración de cloruros (453.1 ppm a 113.1 ppm) y turbiedad (45 NTU A <0,7 NTU).
- Los atrapanieblas son una tecnología barata y competente a otros métodos de obtención de agua. Ver Análisis Económico y Desalinización en el Marco teórico.

CONCLUSIONES

1. Se logro desarrollar una medida de adaptación usando los atrapanieblas donde se puede recolectar agua en esta zona árida y a la vez usando un Filtro Lento de Arena esta agua es de consumo humano.
2. Según los Datos recolectados en la presente Tesis se confirma la escasez de agua en Pampa Colorada por la Ausencia de lluvias en la zona. Otro punto para destacar es que los meses de diciembre hasta abril son meses donde los atrapanieblas no captan agua por ausencia de humedad relativa en la zona. Según datos Meteorológicos del Senamhi.
3. Los atrapanieblas es una tecnología simple. Es una estructura simple que usa una malla Rachell con el cual capta las pequeñas moléculas de agua que flotan en el aire debido a la neblina. Una vez captadas son decantadas a una canaleta y luego llevadas por una pequeña manguera a un tanque de tratamiento donde esta nuestro filtro de arena y luego esta agua es apta para el consumo humano.
4. Los atrapanieblas en los meses de Julio y agosto es donde capta mayor cantidad de agua (2200 L/día) y su volumen promedio es de 507 L / día. El caudal mínimo que sale de los atrapanieblas es de 20 Litros/día y el caudal máximo es de 2200 Litros/día, solo en los meses de Mayo a Noviembre. El resto del año no hay humedad, por lo tanto, no hay agua que capte de los atrapanieblas.
5. El agua captada de los atrapanieblas no es apta para el consumo humano ya que tiene mucho Cloruros (453.1 ppm) y Turbiedad (45 NTU), según el Anexo 1. Es necesario usar un filtro lento de Arena para que el agua sea de consumo humano. En Cloruros bajo 453.1 ppm a 113.1 ppm y turbiedad bajo de 45 NTU a <0,7 NTU. Según el Anexo 4. Cabe mencionar que el agua de atrapanieblas no contiene Coliformes o cualquier otro tipo de virus ya que esta agua proviene de la atmosfera.
6. Para obtener agua de consumo humano proveniente de los atrapanieblas, es necesario usar un Filtro Lento de Arena, según el método Ortogonal a mayor Volumen no afecta la calidad de agua, lo que afecta es la cantidad de arena, que debe ser como mínimo de 4 Kg para obtener excelentes resultados. El Filtro Lento de Arena debe estar compuesto por un tanque de 250 Litros y luego como base la grava (25%), Gravilla (25%) y la

arena (50%). Luego de este Filtro se debe dirigir a un tanque de almacenamiento para luego darle un uso.

7. Los 50 atrapanieblas que hay en la zona, generan al año unos 10,000,000 Litros. Según un análisis matemático hecho por mí. Con una inversión de S/125000. Si se compara con otros métodos de obtención de agua, como el de las cisternas se genera un ahorro de más medio millón de soles al año. A parte la duración de un atrapanieblas es de 3 a 10 años de vida útil.

RECOMENDACIONES

1. Uno de los grandes desafíos de este proyecto es el cómo conseguir agua en los meses donde no hay humedad en la atmosfera que son 5 meses del año (Diciembre a Abril) Esto se puede solucionar cavando un pozo que almacene unos 500,000 Litros aproximadamente recubiertos por geomembrana como un lago artificial. Donde se puede usar cuando no hay agua.
2. Se debe invertir en más atrapanieblas y en zonas estratégicas donde haya más humedad, para esto se necesita datos más precisos en donde hay humedad.
3. La comunidad de Pampa Colorada puede usar el agua para la cosecha de alimentos y vender lo producido y ahorrar para una planta de Osmosis Inversa a largo plazo.
4. Un estudio más exhaustivo en que zonas de la tierra puede hacerse pozos.
5. Otro método de obtención de agua. Según A. Robles (2008), sería por osmosis inversa usando agua de mar, pero este método es demasiado costoso para generar esa cantidad de agua además se necesita una planta de pre-tratamiento para el agua de mar, la planta de osmosis de inversa y la tubería para llevar el agua a la zona que sería un costo de unos 300000 soles. Otro método de obtención de agua sería la perforación subterránea para conseguir agua. Los pobladores hicieron este método al principio para obtener agua haciendo pozos, lo que me comentaron es que por la zona donde ellos están no hay acuíferos y tendría que ser muy profundo y por ende no rentable. Otro método sería que el gobierno llevaría agua potable con tuberías como se hace en las ciudades, pero los ríos están contaminados por la mina y si los ríos están limpios estos benefician a la agricultura primero y además estarían contaminados con pesticidas o fertilizantes, se pondría una planta de tratamiento y llevar agua de estos ríos cercanos a la zona, pero sería demasiado costoso hacerlos para una pequeña comunidad llevarles agua.

BIBLIOGRAFÍA

1. T, Melian (12 de setiembre del 2013) Como desalar el agua de forma casera,Alertas Catastrofes, Recuperado de:<http://www.alertacatastrofes.com/como-desalar-agua-mar-forma-casera/>.
2. Bellante, C. (2015). Cazan Nubes para calmar la sed de Lima. El Tiempo,p.1. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15083037>.
3. C. Vargas (Octubre 2016), DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA POR ROCÍO Y NIEBLA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DEL BARRIO LA ESPERANZA, LOCALIDAD DE CHAPINERO, Universidad de Gran Colombia, Recuperado de:<https://www.acofipapers.org/index.php/eiei2016/2016/paper/viewFile/1777/675>.
4. Centre for affordable Water and Sanitation technology (2008), Manual del filtro Bioarena, Recuperado de : <http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%206%20Tratamiento%20de%20agua/Biofiltro%20de%20arena%20CAWST.pdf>.
5. C. Pilar (1997), LOS ATRAPANIEBLAS, TECNOLOGÍA ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO RURAL , Revista Medio Ambiente y Desarrollo, Cipma, ,Vol XVI - N° 4: 51-56
6. C. Dan (2012). Atrapanieblas en Perú para atrapar suministros de agua. Recuperado de: <https://www.theguardian.com/global-development/2012/sep/19/peru-niebla-atrapa-agua-suministro>.
7. Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua (2010), Tecnologias de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo Humano, Recuperado de : <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/mexicona/r-0060.pdf>.

8. Martinez, E. (2007) DEFINICIONES DE HUMEDAD Y SU EQUIVALENCIA, Recuperado de: <http://www.cenam.mx/dme/pdf/TM02.pdf>,
9. MINAM (2017), ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AGUA, Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad-ambiental/>
10. Ministerio de Salud Publica (2002), Diseño de Filtro Casero, Recuperado de: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsapi/e/paises/guatemala/filtro.pdf>,
11. Organización Panamericana de la Salud (2005), Guia para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en multiples etapas, Recuperado de : http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/029_Dise%C3%B1o_tratamiento_Filtracion_ME/Dise%C3%B1o_tratamiento_Filtraci%C3%B3n_ME.pdf.
12. Pascual, Juan., Naranjo, M., Payano, R., Medrano, O., (2011). Tecnologías para la recolección de agua de niebla. IMDEA-Agua, Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Ojilve_Ramon_Medrano_Perez/publication/257199788_TECNOLOGIA_PARA_LA_RECOLECCION_DE_AGUA_DE_NIEBLA/links/004635249e0fbcc454000000.pdf.
13. Sánchez, M.(2016) Niebla y neblina, Recuperado de: <https://www.meteorologiaenred.com/niebla-y-neblina.html>.
14. THE NATIONAL ENVIRONMENTAL SERVICES CENTER (2009), Filtración Lenta con Arena, West Virginia University, Recuperado de: http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/spanish/slow_sand_filtration_DWFSOM143.pdf.
15. W. Adam Sigler, Jim Bauder.(2015) "TDS Fact Sheet". Montana State University.

16. EDUCARM(2010), Propiedades del suelo, Recuperado de:
http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/suelos_tema_2..pdf
17. MINAM (2013), Cambio Climatico y Desarrollo Sostenible del Peru, Recuperado de:
<http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2013/10/CDAM0000323.pdf>
18. ETSAC (2010), Clasificación de suelos, Recuperado de :
<http://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Publicaciones/pub-val/Suelos/suelos.pdf>
19. A. Guevara (2014), El Derecho Frente a la Crisis del Agua, Recuperado de :
<http://departamento.pucp.edu.pe/derecho/wp-content/uploads/2014/09/El-Derecho-frente-a-la-crisis-del-agua-en-el-Per%C3%BA.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 1: INFORME DE LA CALIDAD DE AGUA DEL ATRAPANIEBLA

INFORME DE ENSAYO N° 107310-2016 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL	: PAVEL FLORENCIO ARAGON SUMAR
DOMICILIO LEGAL	: JR. 4 DE NOVIEMBRE 598 JULIACA - PUNO
SOLICITADO POR	: JONATHAN ARAGON
REFERENCIA	: PROYECTO ATRAPA NIEBLA
PROCEDENCIA	: PAMPA CLEMESI - PAMPA COLORADA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 2016-11-11
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	: 2016-11-11
MUESTREADO POR	: EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Cloruros	SM-4500-Cl ⁻ B. Chloride. Argentometric Method.	2.00	Cl ⁻ mg/L
Conductividad	SM 2510 B. Conductivity. Laboratory Method.	---	µS/cm
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	SM 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 ^(b)	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SM 5220 D. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	O ₂ mg/L
Dureza Total	SM 2340 C. Hardness. EDTA Titrimetric Method.	0.73	CaCO ₃ mg/L
Nitratos	SM 4500-NO ₃ ⁻ B. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.030	NO ₃ ⁻ - N mg/L
Nitritos	SM 4500-NO ₂ ⁻ B. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method.	0.003	NO ₂ ⁻ - N mg/L
pH	SM 4500 H ⁺ B. pH Value. Electrometric Method	---	Unid. pH
Sólidos disueltos totales (TDS)	SM 2540 C. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Sulfatos	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E. Sulfate. Turbidimetric Method.	1.00	SO ₄ ²⁻ mg/L
Turbiedad	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. 2012	0.70	NTU
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

L.C.: Límite de cuantificación.

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

(b) Expresado como límite de detección del método.

INFORME DE ENSAYO N° 107310-2016 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua superficial
Matriz analizada		Agua natural
Fecha de muestreo		2016-11-10
Hora de inicio de muestreo (h)		10:00/16:00
Condiciones de la muestra		Refrigerada y preservada
Código del Cliente		AG
Código del Laboratorio		1611885
Ensayos	Unidades	Resultados
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	453.1
Conductividad	µS/cm	2350
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	8.47
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O ₂ mg/L	27.04
Dureza Total	CaCO ₃ mg/L	377.4
Nitratos	NO ₃ ⁻ - N mg/L	38.16
Nitritos	NO ₂ ⁻ - N mg/L	0.016
**pH	Unid. pH	5.57
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	1396
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	261.6
Turbiedad	NTU	45
Numeración de Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/100mL	<1.8

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

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

**El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo, por haber superado el tiempo de perecibilidad.

**Resultados de campo proporcionados por el cliente		
Parámetro	Unidades	AG
**Oxígeno Disuelto	mg/L	7.05

**Resultados proporcionados por el cliente, no forman parte del alcance de la acreditación.

ANEXO 2: PROTIPOS PARA EL DISEÑO DEL FILTRO LENTO DE ARENA



Figura 1: Agua recolectada del atrapaniebla en un tanque de 1100 L

Aquí se apreció el agua que se recolecto como se puede ver es una agua turbia y con un color amarillo debido a los cloruros.



Figura 2: Prototipo del filtro de arena

En esta figura se mira el prototipo con una manguera que guía el agua tratada, el prototipo está compuesto por tres capas, una de grava gruesa luego grava fina y finalmente arena.



Figura 3: Recolección del agua tratada en una botella. Se recolectara el agua tratada para luego mandarla al laboratorio y ver que parámetros han bajado y darle un uso más eficiente en gran escala cuando se haga el filtro lento de arena (FLA).



Figura 4: instalando los prototipos. Aquí se muestra con la ayuda de un poblador de la zona que me ayuda en la instalación del filtro de arena en su prototipo.

ANEXO 3: CAPAS DEL FILTRO LENTO DE ARENA EN PROTOTIPO



Figura 5: capas del prototipo

Como se aprecia en la imagen la primera capa comenzando desde la tapa de la botella es un algodón para filtrar las micro partículas, luego sigue la grava gruesa siguiendo para arriba esta una grava más pequeña y finalmente la arena. En la imagen se ve como filtra el agua de atrapaniebla.

ANEXO 4: INFORME DE LOS RESULTADOS DEL PROTOTIPO

INFORME DE ENSAYO N° 108201-2016 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL	: PAVEL FLORENCIO ARAGON SUMAR
DOMICILIO LEGAL	: JR. 4 DE NOVIEMBRE 598 JULIACA - PUNO
SOLICITADO POR	: JONATHAN ARAGON
REFERENCIA	: PROYECTO ATRAPA NIEBLA
PROCEDENCIA	: PAMPA CLEMESI - PAMPA COLORADA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 2016-12-14
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	: 2016-12-14
MUESTREO POR	: EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Cloruros	SM-4500-Cl ⁻ B. Chloride. Argentometric Method.	2.00	Cl ⁻ mg/L
Sólidos disueltos totales (TDS)	SM 2540 C. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Turbiedad	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. 2012	0.70	NTU

L.C.: Límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial	Agua superficial
Matriz analizada	Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Fecha de muestreo	2016-12-10	2016-12-10	2016-12-10	2016-12-10
Hora de inicio de muestreo (h)	14:00	14:00	14:02	14:04
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada
Código del Cliente	AC-1	AC-2	AC-3	AC-4
Código del Laboratorio	16121333	16121334	16121335	16121336
Ensayos	Unidades	Resultados		
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	116.6	414.5	////
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	////	////	1555
**Turbiedad	NTU	////	////	<0.70

**El resultado del método de ensayo indicado se encuentra fuera del alcance de acreditación otorgada por el INACAL-DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo, por haber superado el tiempo de perecibilidad.

Lima, 23 de Diciembre del 2016

ANEXO 5: INFORME DE LOS RESULTADOS DE LOS 4 PROTOTIPOS

INFORME DE ENSAYO N° 114895-2017 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : PAVEL FLORENCIO ARAGON SUMAR
DOMICILIO LEGAL : JR. 4 DE NOVIEMBRE N° 598 JULIACA PUNO
SOLICITADO POR : PAVEL FLORENCIO ARAGON SUMAR
REFERENCIA : RESERVADO POR EL CLIENTE
PROCEDENCIA : PAMPA COLORADA - AREQUIPA
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-08-30
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2017-08-30
MUESTREADO POR : EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Cloruros	SM-4500-Cl ⁻ B. Chloride. Argentometric Method.	2.00	Cl ⁻ mg/L
Turbiedad	SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. 2012	0.70	NTU
Sólidos disueltos totales (TDS)	SM 2540 C. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
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

L.C.: límite de cuantificación.

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

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural	
Matriz analizada	Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural	
Fecha de muestreo	2017-08-29	2017-08-29	2017-08-29	2017-08-29	
Hora de inicio de muestreo (h)	10:00	10:10	10:30	10:40	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada	
Código del Cliente	A1	A1 - D	B1	B1 - D	
Código del Laboratorio	17082333	17082334	17082335	17082336	
Ensayos	Unidades	Resultados			
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	113.1	106.6	178.4	102.7
Turbiedad	NTU	<0.70	<0.70	<0.70	<0.70
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	1435	1640	3630	2340

Producto declarado		Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Matriz analizada		Agua natural	Agua natural	Agua natural	Agua natural
Fecha de muestreo		2017-08-29	2017-08-29	2017-08-29	2017-08-29
Hora de inicio de muestreo (h)		11:00	11:10	11:30	11:40
Condiciones de la muestra		Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada
Código del Cliente		C1	C1 - D	D1	D1 - D
Código del Laboratorio		17082337	17082338	17082339	17082340
Ensayos	Unidades	Resultados			
Cloruros	Cl ⁻ mg/L	293.4	66.7	208.6	124.5
Turbiedad	NTU	<0.70	1	<0.70	<0.70
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	1875	1795	1830	2015
Producto declarado		Agua natural			
Matriz analizada		Agua natural			
Fecha de muestreo		2017-08-29			
Hora de inicio de muestreo (h)		16:00			
Condiciones de la muestra		Refrigerada			
Código del Cliente		E1			
Código del Laboratorio		17082341			
Ensayos	Unidades	Resultados			
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	<1.8			

Lima, 12 de Septiembre del 2017

ANEXO 6: CERTIFICADO QUE AVALA LA COLABORACIÓN DEL TESISISTA**“Año del Buen Servicio al Ciudadano”****CERTIFICADO**

El que Suscribe, en representación de la Asociación Parceleros en Acción - Pampa Colorada, en mi calidad de Administrador Franklin Cauna Huilca con D.N.I. N°44028899.

CERTIFICA

Que, el Sr. Tesista, Jonatan Aragon Morvely identificado con D.N.I. N° 47967739, ha laborado en el proyecto “Captación de agua mediante el sistema de Atrapanieblas” de la Asociación Parceleros en Acción – Pampa Colorada, desde el mes de noviembre del 2016 hasta el mes de noviembre del 2017, ocupando el cargo de investigador.

El señor Jonatan Aragon Morvely, durante el tiempo de su permanencia, ha demostrado servicio, transparencia y responsabilidad en la investigación para ayudar a la potabilización del agua de atrapanieblas.

Se expide el presente documento, de acuerdo a ley, para los fines que el interesado crea conveniente.

Moquegua, 21 de noviembre del 2017



Franklin Cauna Huilca
D.N.I. N° 44028899
ADMINISTRADOR

ANEXO 7: CERTIFICADO DE DONACIÓN POR PARTE DE PERUANOS SIN AGUA

Lima, 20 de noviembre del 2017

Señores:

**De la Comunidad de Pampa la Colorada. (Pampa Clemeci)
Región Moquegua.**

Estimado Señores

Por medio de la presente, se extiende esta constancia como comprobante de recibo de una donación por parte de la **“ONG-MPSA”** Movimiento Peruanos Sin Agua que consiste de “50 sistemas Atrapanieblas modelo mariposa, cinco tanques cisterna” todo este proyecto fue instalado para regar 300 hectáreas, cultivables en el Sector de Pampa Colorada en el cual el Proyecto se denominara **“Proyecto de Vida, Parceleros en Acción Pampa Colorada”** y el proyecto específico se denominó **“Instalación de los Sistemas Atrapanieblas en el Sector de Pampa Colorada, Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto – Moquegua”**.

Realizados en el mes de noviembre del año 2016, para la ayuda de obtención de agua, y con ella realizar, agricultura urbana, reforestación, biohuertos, y la crianza de animales menores.

Sin otro particular, me suscribo de ustedes.

Atentamente.

Abel Cruz Gutiérrez.

Presidente de la ONG-MPSA.
Teléfono N°. 999511031.