UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA CAPTADOR DE LLUVIA PARA LA MEJORA EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO, IPARÍA-UCAYALI”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

JAIR SALOMON JIMENEZ FLORES

PUCALLPA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 114

En el Laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la UNU, siendo las 10:00 a.m. del día jueves 16 de enero del 2020, se reunieron los miembros del jurado evaluador designado con memo múltiple 007-2020-UNU-FCsFyA-CGT conformando por los siguientes docentes:

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz	Presidente
Dr. Carlos Panduro Carbajal	Miembro
M.Sc. Desiderio Vásquez Plácido	Miembro

Para evaluar la sustentación de la tesis titulada **"DISEÑO E INSTALACION DE UN SISTEMA CAPTADOR DE LLUVIA PARA LA MEJORA EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO, IPARÍA-UCAYALI"** Presentado por el bachiller **JAIR SALOMON JIMENEZ FLORES**.

Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas de parte del jurado, los cuales fueron absuelto por el sustentante. Por esta razón el jurado **APROBÓ** la tesis por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO**, declarando al sustentante **APTO** para ostentar el título de **INGENIERO AMBIENTAL**, siendo asesor el **Dr. DAVID LEON MORENO**.

Siendo las 12:00 p.m. del mismo día, se dio por concluida el acto académico.

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz
PRESIDENTE

Dr. Carlos Panduro Carbajal
MIEMBRO

M.Sc. Desiderio Vásquez Plácido
MIEMBRO

ACTA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por el jurado calificador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental, el mismo que estuvo integrado por los siguientes catedráticos:

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz ..... PRESIDENTE

Dr. Carlos Panduro Carbajal ..... MIEMBRO

M.Sc. Desiderio Vásquez Plácido ..... MIEMBRO

Dr. David León Moreno ..... ASESOR

Bach. Jair Salomón Jiménez Flores ..... TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°046-2020

La **Dirección General de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), titulado:

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA CAPTADOR DE LLUVIA PARA LA MEJORA EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO, IPARÍA-UCAYALI.

Cuyo autor (es)	:	**JIMENEZ FLORES, JAIR SALOMON**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERIA AMBIENTAL
Asesor	:	Dr. LEON MORENO, DAVID

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 07%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 29/01/2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL
DRA. GINA PARI QUISPE
Dirección General de Producción Intelectual

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIONES DE TESIS

Yo, JAIR SALOMON JIMENEZ FLORES

Autor de la TESIS titulada:

DISEÑO E INSTALACION DE UN SISTEMA CAPTADOR DE LLUVIA PARA LA MEJORA ENEL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO, IPARIA -UCAYALI

Sustentada el año: 2020

Con la asesoría de: DR. DAVID LEON MORENO

En la Facultad: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela Profesional de: INGENIERIA AMBIENTAL

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el repositorio institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del repositorio institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que se considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación,

☒ **Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)

☐ **Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio)

De mi TESIS de investigación en la página web del repositorio institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización

Fecha: 30/01/2020

Email: ing.salomonjf@gmail.com Firma:

Teléfono: 918365854 DNI: 73705790

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a mi DIOS, mis padres Mario Jiménez Bartolo y Enith Flores Martínez, a mis hermanos: Leidy, Kilder, Jairo, Erika y Arely. Por su apoyo incondicional, consejos y ánimos para lograr finalizar con éxito la presente investigación.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a:

Dios, en primer lugar, por su infinito amor, por la vida que me da hasta el día de hoy, por darme las fuerzas necesarias para salir adelante venciendo cada obstáculo.

A mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional, ser motivo e inspiración de mi vida.

Al programa Beca 18, por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios pregrado, y al equipo responsable de monitoreo del programa por cada uno de sus consejos.

A la Ong CARE Perú, por permitirme brindar mis servicios profesionales y realizar la investigación dentro del proyecto llamado MI AGUA SOLAR cuyo objetivo fue mejorar la calidad del agua de consumo de las poblaciones rurales dispersas amazónicas en la comunidad Bellavista de Huacashiría y Santa Velita de Tabacoa.

A la Universidad Nacional de Ucayali, por haberme brindado las herramientas básicas en mi formación profesional necesarias para aplicar mis conocimientos ante la sociedad que nos necesita.

A mi asesor el Dr. David León Moreno, docente de la facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Ingeniería Ambiental, por sus valiosas enseñanzas y orientaciones durante la fase de diseño, ejecución y redacción de esta investigación.

A los señores miembros del jurado, Lic.Mg. Desiderio Vásquez Placido, Dr. Fernando Velásquez De la Cruz y el Dr. Carlos Panduro Carbajal por su contribución a que esta investigación se realice correctamente.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA ..... **vi**
AGRADECIMIENTO ..... **vii**
INDICE DE FIGURAS ..... **x**
INDICE DE TABLAS ..... **xi**
ICONOGRAFÍA ..... **xiii**
RESUMEN ..... **xvi**
ABSTRACT ..... **xviii**
INTRODUCCIÓN **1**
CAPÍTULO I **2**
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **2**
1.1. Formulación del problema 3
1.2. Objetivos de la investigación 4
1.3. Justificación de la investigación 4
CAPÍTULO II **6**
MARCO TEÓRICO **6**
2.1. Antecedentes del problema 6
2.1.1. Sistemas de captación de agua de lluvia 6
2.1.2. Nivel de adopción de sistemas de captación de agua de lluvia 11
2.2. Planteamiento teórico del problema 11
2.2.1. Precipitación 11
2.2.2. Sistema de captación de agua de lluvia 12
2.3. Definición de términos básicos 22
CAPÍTULO III **23**
METODOLOGÍA **23**
3.1. Método de la investigación 23
3.2. Ubicación, población y muestra 23
3.2.1. Ubicación 23
3.2.2. Población 24
3.2.3. Muestra 24
3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos 24
3.3.1. Técnica 25

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos 25
3.4. Procedimiento para la recolección de datos 25
3.4.1. Fase campo 25
3.4.1.1. Diagnóstico de la situación actual de la comunidad beneficiada 25
3.4.1.2. Monitoreo del uso doméstico del agua de consumo 26
3.4.1.3. Instalación de los sistemas captadores 26
3.4.1.4. Nivel de adopción (uso) de los sistemas captadores instalados 27
3.4.2. Fase Gabinete 27
3.4.2.1. Análisis de la demanda de agua para uso doméstico en la Comunidad Santa Velita de Tabacoa 27
3.4.2.2. Análisis de la oferta de agua de lluvia 27
3.4.2.3. Elaboración del diseño del sistema de captación de agua de lluvia 28
3.5. Tratamiento de datos 35
CAPÍTULO IV 36
RESULTADOS Y DISCUSION 36
4.1. Resultado de la encuesta del diagnóstico de la situación actual 36
4.2. Determinación de la demanda de agua para uso doméstico en la Comunidad Santa Velita de Tabacoa 41
4.3. Determinación de la oferta hídrica 42
4.4. Elaboración del diseño del sistema captador de agua de lluvia 43
4.5. Instalación de los sistemas captadores de agua de lluvia 52
4.5.1. Resultados de la instalación 52
4.5.2. Capacitación de la O & M del sistema captador 53
4.6. Nivel de adopción de los sistemas captadores de agua de lluvia 56
CAPITULO V 60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 62
ANEXOS 68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de captación de agua pluvial en techos ……..…..13

Figura 2. Proyección de las áreas efectivas de captación para distintos tipos de techos ……....14

Figura 3. Canaleta de recolección vistas inferior y superior…….…….……15

Figura 4. Tanque Interceptor de Primeras Aguas…….…….....16

Figura 5. Ubicación de la investigación…….....24

Figura 6. Interceptor o prefiltro Brazilian Ball.……..…..30

Figura 7.Tiempo de traslado de la vivienda a la fuente de captación (minutos).…….....37

Figura 8. Tiempo de recojo en la fuente de captación (minutos)…….…….…..38

Figura 9. Aprovechamiento del agua de lluvia……..….40

Figura 10. Precipitación promedio mensual histórica (2006-2015)…..……..….43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente de escorrentía ……..….14
Tabla 2. Dotación de agua para medios rurales en función de la zona…..…….17
Tabla 3. Dotación de agua para sistemas no convencionales…..…….18
Tabla 4. Dotación para necesidades mínimas de agua para supervivencia y mediano plazo……....18
Tabla 5. Cantidad de cloro líquido a dosificar por litro de agua…...…….20
Tabla 6. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, Categoría A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección…….21
Tabla 7. Datos del material de captación ……..29
Tabla 8. Propiedades físicas del material ……..29
Tabla 9: Diferencias acumulativas de oferta acumulada y demanda acumulada……34
Tabla 10: Cálculo para el volumen del tanque almacenamiento……...34
Tabla 11. Número de habitantes por vivienda…..…….36
Tabla 12. Material del techo……..……..36
Tabla 13. Fuente de captación ……..……..37
Tabla 14. Número de veces de recojo de agua por día ……38
Tabla 15. Cantidad y tipo de depósitos para agua……...……..39
Tabla 16. Uso actual de agua recogida por la familia ……..……..39
Tabla 17. Método de tratamiento del agua para beber…..……..39
Tabla 18. Disposición a usar el agua de lluvia ……...…….40
Tabla 19. Razones de usar o usaría el agua de lluvia…..……..40
Tabla 20. Razones no de usar o no usaría el agua de lluvia……...……..41
Tabla 21. Consumo de agua traída desde la fuente (pozo)…..…….41
Tabla 22. Dotación promedio actual para usos domésticos en la CC. NN Santa Velita de Tabacoa ……...……...…….42
Tabla 23. Precipitación promedio mensual …..…….……..42
Tabla 24. Cantidad total del sistema de conducción…….……...……..……44
Tabla 25. Cantidad total del sistema interceptor de agua de lluvia ……45
Tabla 26. Volumen de agua de la oferta de agua de lluvia aprovechable ……...45
Tabla 27. Oferta mensual de agua para una vivienda estándar…..…..……46
. Tabla 28. Demanda mensual de agua ……..……...……..47
Tabla 29. Cálculo de la demanda mensual acumulado …..……..……..47
Tabla 30. Cálculo del acumulado mensual de lluvia para el abastecimiento……48
Tabla 31.Diferencias acumulativas de oferta y demanda de cada uno de los meses...48

Tabla 32.Diferencias acumulativas de oferta-demanda de agua para una dotación de 20 lppd……49
Tabla 33. Volumen seleccionado del tanque de almacenamiento en m3…….……..50
Tabla 34.Resultados físico-químico y bacteriológico de la muestra de agua de lluvia.51
Tabla 35. Beneficiarios de los sistemas captadores de agua de lluvia……52
Tabla 36. Proceso Nº 1……..……..……...……..53
Tabla 37. Proceso Nº 2…..……...……..……..54
Tabla 38. Proceso Nº 3..……..…54
Tabla 39. Proceso Nº 4……54
Tabla 40. Proceso Nº 5……..……..……...……..55
Tabla 41. Proceso Nº 6…..……...……..……..55
Tabla 42. Proceso Nº 7..……..…55
Tabla 43. Estado de los sistemas captadores de agua de lluvia…..……56
Tabla 44. Nº afirmaciones y negaciones……..……...……..57
Tabla 45. Usos domésticos en la casa……..……..……..……..57
Tabla 46. Nº afirmaciones……..…57
Tabla 47. Método de tratamiento al agua……..……...……...……..57
Tabla 48. Conocimiento del manejo del sistema……...……..……..58
Tabla 49. Nivel de satisfacción……..…58
Tabla 50. Razón del nivel de satisfacción……..……...……...……..58
Tabla 51. Color del agua almacenada……...……..……..59
Tabla 52. Datos de precipitación (mm/mes) registrados por la Estación Meteorológica Puerto Inca, periodo 2006-2015……...……..…..……..75

ICONOGRAFÍA

Fotografía 1. Ingreso al pozo artesanal ……..…….……..81
Fotografía 2. Toma de muestra del pozo artesanal …….…….....81
Fotografía 3.Toma de muestra de agua de lluvia ……81
Fotografía 4. Quebrada Huacashiría donde para toma de muestra…..…….……..82
Fotografía 5. Relleno de la cadena de custodia……..……...…..……82
Fotografía 6. La lona PVC, material que será utilizado sobre el techo de shapaja …..83
Fotografía 7.Colocación del tubo PVC a la carpa lona como parte del diseño del sistema…….. 83
Fotografía 8. Amarre de escalera para subir al techo y colocar la lona …….……83
Fotografía 9. Subida al techo para acomodar la lona en toda la superficie del techo ..83
Fotografía 10. Personal de campo pasando al otro extremo sobre la cumbrera a fin de extender la carpa lona.…… ……...…….84
Fotografía 11. Uniformizando la carpa lona con el techo de shapaja…….……84
Fotografía 12. Fijación mediante el amarre en la cumbrera con alambre dulce por los ojales de aluminio de la carpa lona…….84
Fotografía 13. Corte de las hojas de shapaja para colocar luego la canaleta metálica…….…84
Fotografía 14. Vista panorámica del Área de captación con la lona PVC.… ……85
Fotografía 15. Aplicación de la remachadora y uso de remaches para la unión de 3 piezas de canaletas…...……85
Fotografía 16. Aplicación de silicona Soudaflex para el sello de aberturas de las canaletas .....……..…...85
Fotografía 17. Luego se desenvuelve la malla metálica para la colocación como protección de la canaleta. ……..… ……..…..85
Fotografía 18. Se extiende uniformemente la malla sobre la canaleta como protección a las ramas, hojas,etc ……...……...……86
Fotografía 19. Amoldamiento de la malla con respecto a la canaleta con los dedos de la mano ……..… ……..…….……..86
Fotografía 20. Colocación de los alambres dimensionados para asegurar la malla metálica en la canaleta…….……...……86
Fotografía 21. Doblado de los alambres mediante alicate, herramienta de gran utilidad para este proceso ……..… ……..…….……..86
Fotografía 22. Se observa que los alambres quedan de esta manera para la protección de la malla con la canaleta metálica.……..… …….……..87

Fotografía 23. Elaboración de palos que sirvieron para los ganchos que soportan a la canaleta metálica ……..……...…….87
Fotografía 24. Se observa el clavado de los ganchos con los palos de medida de 1,50 metros ……..… ……..……..……..87
Fotografía 25. Colocación de los ganchos justo a la caída de la carpa lona, que será puesto antes de la canaleta metálica…… …...… ……..……..……...……...87
Fotografía 26. Instalación culminada de la canaleta con su pendiente junto a la lona PVC…….……...…….88
Fotografía 27. Construcción de la base artesanal del bidón de almacenamiento ….....88
Fotografía 28. Generación de agujeros para el acople de los accesorios de agua (Niples de 1 ½”)..…… …...… ……..……..……...……..88
Fotografía 29. Agujero para el acople del grifo jardinero 60º de ½”……...…….88
Fotografía 30. Sellado del grifo jardinero con silicona Soudaflex para evitar fugas de agua..…….…… ……...……...…….89
Fotografía 31. Acople de la manguera verde de 2” con el tubo de bajada de la canaleta)..……...… …...… ……..……..……...……..89
Fotografía 32. Llave de paso (color rojo), para el desfogue de las primeras aguas y llenado del bidón. ……..… ……..….89
Fotografía 33. Generando un canal para el desfogue de las primeras aguas…….…..….89
Fotografía 34. Acople de un tapón macho de 1 ½” al agujero del desfogue, se procedió a generar agujeros pequeños para evitar la entrada de animales como insectos, reptiles, etc y la salida de las primeras aguas …….…….....….90
Fotografía 35. Instalación de uno de los 14 sistemas captadores de agua de lluvia de la familia Aldunate Lomas..…… ……..……..……..…….90
Fotografía 36. Aplicando la ficha de monitoreo del sistema captador de agua de lluvia a la familia Márquez……..…..…….…….....91
Fotografía 37. Aplicando la ficha de monitoreo del sistema captador de agua de lluvia a la familia Márquez Ruiz..…… ……..……..…….…....91
Fotografía 38. Sistema captador de agua de lluvia de la familia Aldunate Lomas…....91
Fotografía 39. Sistema de captación de agua de lluvia de la familia Tapullima Pilco...91
Fotografía 40. Sistema de captación de agua de lluvia del señor Daniel Ihuaraqui…..92
Fotografía 41. Aplicando la ficha de monitoreo a la familia Vásquez Perdiz…….....92
Fotografía 42. Demostrando el manejo del sistema captador de agua de lluvia por la familia Izquierdo Arimuya ……...…… ……...……..…92
Fotografía 43. Demostrando el señor Agustín Pezo sobre el buen manejo del sistema captador de agua de lluvia..……..…..…….…….....….92

Fotografía 44. Sigue en uso el sistema captador de lluvia de la Familia Pilco Majipo ……..…… ……92
Fotografía 45. Enseñando el manejo del hipoclorito de sodio (lejía) a la familia Vásquez Pinedo...…… ……..…..……..……....….92
Fotografía 46. Fortaleciendo en la O&M a la familia Vara Rodríguez .....…….....93
Fotografía 47. Fortalecimiento en O&M a la familia Yai Lomas...…….....….93
Fotografía 48. En desuso del sistema captador de lluvia en la familia Serruche Isuiza.....……..…....93
Fotografía 49. En desuso del sistema captador de lluvia en la familia Casternoque Odicio...…… ……..…..……..……....….93

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo resolver de alguna manera la escasez y la calidad del agua para el consumo humano en la comunidad nativa Santa Velita de Tabacoa, distrito Iparía-Provincia Coronel Portillo-Ucayali, realizando el diseño e instalación de 14 sistemas captadores de lluvia para la mejora en el abastecimiento de agua de consumo humano de las familias y evaluando el nivel de adopción (uso) de los sistemas captadores por las familias para ver la sostenibilidad de los mismos.

Para diseñar e instalar el sistema, se analizó la demanda de agua y la oferta de lluvia. El primero, se realizó con la aplicación de una encuesta de la situación actual de la comunidad y observando las prácticas convencionales de uso de agua en la vivienda. Para el segundo, se emplearon datos históricos de precipitación de la Estación Meteorológica Puerto Inca. En base a los datos obtenidos anteriormente, se diseñó un sistema estándar de captación de lluvia bajo la metodología SCAPT (Sistema de Captación de agua pluvial en techos). Además, se analizó una muestra de agua de lluvia durante el diagnóstico de la situación actual con los siguientes resultados, 6.76 de pH, 25.5 de Temperatura, 12.5 uS/cm Conductividad Eléctrica, 0.00 UNT de Turbiedad, < 5 UCV escala Pt/Co de color, 12.3 mg/L de Cloruros, 5 mg/l de Solidos Totales Disueltos, 35.3 mg/l de Dureza, 19 mg/l de sulfatos, 0.2 mg/l nitratos, 0.0 NMP/100 ml de Coliformes Totales, 0.0 NMP/100 ml de Coliformes termotolerantes, 0.0 NMP/100 ml de Escherichia Coli y 0.0 Nº org/l en Huevos y larvas de helmintos que están dentro de los ECAS del D.S 004-2017-MINAM; se aplicó hipoclorito de sodio al 1 % en la cloración del agua, debido a la contaminación

microbiológica que puede generarse al almacenarse días el agua. Por otra parte, la evaluación del nivel de adopción (uso) de los sistemas captadores, consistió en encuestar por medio de la ficha de monitoreo de los sistemas, encontrando un 86% que continúan en uso. De este porcentaje, el 60 % hace un uso correcto del mismo y el 40% utiliza el sistema de manera incorrecta. Se concluye que el diseño es técnicamente viable y el nivel de adopción es aceptable.

Palabras claves: sistemas captadores de lluvia, adopción, demanda de agua, oferta de lluvia, estándar, hipoclorito de sodio.

ABSTRACT

This research aimed to somehow resolve the scarcity and quality of water for human consumption in the Santa Velita de Tabacoa native community, district Iparía-Province Coronel Portillo-Ucayali, to carry out the design and installation of rain collection systems for improvement water supply for human consumption in families; and, also evaluating the level of adoption (use) of the capture systems by the families to see their sustainability.

To design and install the system, the demand for water and the supply of rain were analyzed. The first was carried out with the application of a survey of the current situation of the community and observing the conventional practices of water use in housing. For the second, historical precipitation data from the Puerto Inca Weather Station was used. Based on the data obtained previously, a standard rain collection system was designed under the SCAPT methodology (Rainwater Collection System on roofs). In addition, a sample of rainwater was analyzed during the diagnosis of the current situation with the following results, 6.76 pH, 25.5 Temperature, 12.5 uS/cm Electrical Conductivity, 0.00 UNT Turbidity, <5 UCV Pt/Co scale color, 12.3 mg/L of Chlorides, 5 mg/l of Total Dissolved Solids, 35.3 mg/l of Hardness, 19 mg/l of sulfates, 0.2 mg/l nitrates, 0.0 NMP / 100 ml of Total Coliforms, 0.0 NMP/100 ml of thermotolerant coliforms, 0.0 NMP/100 ml of Escherichia Coli and 0.0 Nª org/l in Eggs and larvae of helminths that are within the ECAS of DS 004-2017-MINAM; 1% sodium hypochlorite was applied in the chlorination of water, due to the microbiological contamination that can be generated when the water is stored for days. On the other hand, the evaluation of the level of adoption (use) of the capture systems consisted of surveying through the systems monitoring sheet, finding 86% that are still in use.

Of this percentage, 60% use it correctly and 40% use the system incorrectly. It is concluded that the design is technically feasible and the level of adoption is acceptable.

Keywords: rain collection systems, adoption, water demand, rain supply, standard, sodium hypochlorite.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas captadores de agua de lluvia es un sistema fácil de abastecimiento de agua para el consumo humano y/o agrícola donde la precipitación es media y alta y donde se carece de agua en términos cantidad y calidad aptas para consumo humano. El agua de lluvia es captada, recolectada, lavada y almacenada en reservorios de diferentes materiales previo a un análisis de oferta de lluvia y demanda de los usuarios. Uno de los objetivos de la política nacional de saneamiento es atender a la población sin acceso a los servicios y de manera prioritaria a la de escasos recursos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017). En la Provincia de Coronel Portillo, la gran mayoría de las comunidades nativas tienen dos problemas o están sin operatividad su sistema de agua y saneamiento o no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable, ni de un sistema de evacuación de aguas servidas y excretas, situación que obliga a la población a recurrir a quebradas para acarrear agua de mala calidad, los mismos que son almacenados en recipientes, y manipulados sin tomar las medidas de higiene adecuadas, debido al desconocimiento de la población de los buenos hábitos de higiene, lo cual origina contaminación del agua que consumen, ocasionando que muchos se enfermen constantemente especialmente los más pequeños y ancianos. Finalmente, en esta investigación se diseñó e instaló sistemas captadores de agua de lluvia para el abastecimiento en el consumo humano y el nivel de adopción (uso) como una experiencia del mismo frente a la población, intervenido en la Comunidad Nativa Santa Velita de Tabacoa del distrito de Iparía, provincia de Coronel Portillo como una alternativa frente a la problemática de la calidad y cantidad de agua para uso doméstico.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Muchas civilizaciones se vieron en la necesidad de ocupar regiones de baja o nula disponibilidad de aguas superficiales (zonas áridas y semiáridas), en las cuales la captación de agua de lluvia para riego agrícola y uso doméstico se vuelve necesario e importante (Ballén, Galarza y Ortiz,2006).

Según Shiklomanov y Rodda (2003), el agua dulce del planeta, representa solo el 2.5% del agua total, dentro de este porcentaje, sólo el 0.4% se puede utilizar para suministrar a todos los seres vivos del planeta, lo cual representa aproximadamente 35 029 210.00 km^3 de agua.

Se ve afectado este volumen por la gran necesidad de la gente de consumirla y a lo largo de los años se ha ido deteriorando cada vez más gracias a la extracción imperceptible de las poblaciones. Sin embargo, se sabe que cada vez se está consumiendo más agua, lo cual no permite que se restablezca adecuadamente y complete su ciclo. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura “UNESCO en adelante” (2003) nos indica que, en 20 años se vivirá una insolvencia de agua tal que, el 50% de la población podría sufrir de escasez.

En la región de Ucayali, según el Sistema de Información de Agua y Saneamiento del gobierno regional “SIAS en adelante” (2017) nos menciona los distritos con menor cobertura del sistema de agua menor de 50%, a nivel de población es Purús (0%), Yurúa (36.6%), Raymondi (26.2%), Padre Abad (40.5%), Iparía (41%) y Sepahua (43.5%). Por lo tanto, la brecha de acceso al

sistema de agua será mayor del 50% en los distritos antes mencionados, los cuales tendrán que ser priorizados para las inversiones. Es por ello, que las enfermedades diarreicas de las cuales son víctimas los pobladores y principalmente los niños peruanos, afectan la situación de sus habitantes cada vez más, es así que la cobertura de abastecimiento de agua en el sector rural del país alcanza un 63% que cubre principalmente a comunidades concentradas y en forma casi nula a comunidades dispersas que son atendidas generalmente por organizaciones no gubernamentales o proyectos de pequeño alcance, con tecnologías poco adecuadas para el contexto local (Unidad de Apoyo Técnico Básico Rural, “UNATSABAR en adelante” 2005).

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

- ¿Cómo se puede resolver la escasez y la calidad del agua para el consumo humano en la comunidad nativa Santa Velita de Tabacoa?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se puede diseñar un sistema captador de agua de lluvia para la instalación en la comunidad?
- ¿Cuál es el nivel de adopción (uso) de los sistemas de captación de agua de lluvia por las familias?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. General

- Diseñar e instalar un sistema captador de lluvia para la mejora en el abastecimiento de agua de consumo humano.

1.2.2. Específicos

- Diseñar un sistema captador de agua de lluvia para su instalación en la comunidad beneficiada.
- Evaluar el nivel de adopción (uso) de los sistemas de captación de lluvia por las familias.

1.3. Justificación de la investigación

El aumento de la población y el consecuente crecimiento de la demanda por alimentos y agua, particularmente el agua dulce, se ha convertido en uno de los componentes ambientales más amenazados tanto en su calidad y cantidad; comprometiendo la calidad de vida en la población de Santa Velita de Tabacoa del distrito de Iparía.

En la comunidad Santa Velita de Tabacoa, las familias se abastecen de dos fuentes, de un pozo artesanal que hace 21 años fue construido y en la actualidad no tiene mantenimiento; y, de la quebrada también llamado Tabacoa, sus aguas no fluyen debidamente, formando un charco sin salida y entrada.

Si bien es cierto, esta comunidad es dispersa donde se ve imposibilitado aplicar un sistema de agua convencional, y también se ven obligados a captar agua de lluvia de manera artesanal colocando depósitos al suelo, y colectando

agua de lluvia proveniente de los techos de shapajas tornándose un color amarillento perjudicando así la calidad del agua de lluvia.

Dicho lo anterior, este problema motiva la alternativa de nuevas formas de aprovechamiento de agua que aseguren la sostenibilidad del recurso. En este marco, los sistemas de captación de lluvia, forman una solución adicional que podría ayudar a reducir la escasez de agua en poblaciones rurales o medianas y que no cuenten con algún tipo de sistema convencional de suministro de agua por el tema del costo elevado. Estos sistemas alternativos de captación son económicos, fáciles de construir y de buena aceptación por parte de la población, características que facilitan su implementación en contraste con otros tipos de sistemas.

De esta manera se beneficiarían las familias de la comunidad nativa Santa Velita de Tabacoa ya que mejoraría el abastecimiento de agua para consumo humano a través de los sistemas captadores de lluvia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Sistemas de captación de agua de lluvia

Entre los antecedentes más relevantes tenemos:

Ámbito internacional:

- García, J. (2012). Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un Ecobarrio de la CD. de México. Tesis para optar por el grado de maestro en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Esta tesis concluye que la lluvia captada por el techo de una casa a comparación con el agua captada por el patio en el Ecobarrio de Santa Rosa obtuvo una excelente calidad y menor variabilidad en los parámetros: cloruro (Cl-), nitrato (NO3-), sulfatos (SO4 2-), color verdadero, turbiedad, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos sedimentables, conductividad eléctrica (CE), sodio (Na+), coliformes totales, coliformes fecales y mesófilos aerobios. Asimismo, el sistema de captación de lluvia propuesto es práctico para su instalación y que se puede escalar de acuerdo a la necesidad de la familia (Garcia, 2012).

- Palacio (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquía. Trabajo de monografía para optar al título de especialista en manejo y gestión del agua, Universidad de Antioquia, Medellín.

Este proyecto propone un diseño de un sistema de captación de agua de lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable presentando un análisis de la viabilidad técnica y económica de dicho aprovechamiento en una institución educativa del municipio de Caldas, Antioquía (Palacio, 2010).

Según el autor, resalta su gran preocupación por el uso eficiente del agua y nos indica la idea de aprovechar fuentes alternativas para abastecer de agua potable a comunidades dispersas ya que según las conclusiones del estudio lineas arriba nos afirma que se cumple con el objetivo principal que es proponer un sistema de captación de aguas de lluvia de bajo costo, fácil implementación y mantenimiento, como alternativa para el ahorro de agua potable, la disminución de los gastos debido al consumo y un uso eficiente del recurso, en la Institución educativa María Auxiliadora del Municipio de Caldas, Antioquía (Palacio, 2010).

- Herrera, A. (2010), Estudio de alternativas, para el uso sustentable del agua de lluvia. Tesis para Obtener el grado de Maestro en Ingeniería Civil, Instituto Politécnico Nacional, México.

La lucha contra la escasez de agua en poblaciones rurales que no cuentan con algún tipo de sistema de suministro de agua potable son los sistemas captadores de lluvia como una solución complementaria siempre y cuando sean económicos, fáciles de construir y de buena aceptación (Herrera , 2010).

El objetivo de esta investigación fue la revisión del estado del arte de los diferentes sistemas de captación de lluvia, siendo de gran utilidad el análisis de estos para proponer soluciones y realizar recomendaciones (Herrera, 2010).

- Sámano (2015). Viabilidad de los sistemas de captación de agua de lluvia en comunidades rurales. Tesis para obtener el grado de ingeniero Civil, Universidad Autónoma de México, México D.F.

En el marco de programas de mejoramiento en la calidad de vida por las autoridades correspondientes o por lo menos con apoyo de su parte, sabiendo que el agua es un derecho constitucional se retribuye a esta investigación por el objetivo de evaluar la viabilidad del uso de los sistemas de captación de lluvia en comunidades alejadas como instrumento de abastecimiento; así que, el CEPIS concluye que estos son viables tanto técnico, económico y social como método de abastecimiento en comunidades con altos grados de dispersión y que recomienda que deben ser utilizados en comunidades marginales dispersas (Sámano, 2015).

- Ballen, Galarza & Ortiz (2006) Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia.Brasil

Nos indica que en Texas es el lugar donde los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia son muy necesarios e importantes. Por ejemplo, una casa Texas tiene un área de 200 m2 de cubierta y puede producir más de 150 m3 de agua al año con una precipitación anual media de 850 mm. Sin embargo, el costo de los sistemas depende del tamaño de la cisterna de almacenamiento, el sistema para una casa puede costar entre US$ 5 000 y US$8 000 (año 2000), sumando los sistemas de canaletas y tuberías para la recolección del agua, el costo del reservorio, la bomba y el sistema de tratamiento de agua (Ballen, Galarza & Ortiz, 2006).

Ámbito Nacional:

- Jiménez (2018). Evaluación técnica y económica de un diseño de sistema de aprovechamiento de lluvia para uso doméstico en la comunidad Awajun de Junn-Imaza-Bagua-Amazonas,2017.

El autor indica que su investigación de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia diseñado considera materiales propios de la zona, el área de techo de calamina es de 60 m2 y un tanque de almacenamiento de madera impermeabilizada con geomembrana de 15.03 m3, capaz de abastecer a una familia de 7 persona promedio, con una dotación estimada de 38 litros por persona al día (lppd) para uso doméstico en todo el año (Jiménez,2018).

- Hernández (2014). Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable en el Caserío La Florida-Huasmín-Celendín-Cajamarca. Tesis para optar el grado de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte de Cajamarca, Perú.

Con la implementación de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, se logra generar agua potable durante todos los meses del año a las 15 familias con dotaciones dentro de los parámetros de diseño de agua y saneamiento para zonas rurales, siendo un valor mínimo de dotación 8 litros por persona al día (lppd) con un área de captación de 45 m2 y un almacenamiento de 15 m3 y como valor máximo de dotación es 22.5 lppd con un área de captación de 52.07 m2 y un almacenamiento de 17.5 m3 (Hernandez, 2014).

- Minagri (2016). Rumbo a un programa de siembra y cosecha de agua: Aportes y reflexiones desde la práctica. Perú

Una de las experiencias mencionadas en este informe es la comunidad de Huamantanga, provincia de Canta, departamento de Lima, tuvo problemas de reducción de fuentes de agua, intensificación del pastoreo (vacunos) en la parte media y alta de la comunidad y un gran potencial agrícola (tierras) desaprovechado. Al presenciar esta problemática, se instaló y se reactivó una infraestructura ancestral llamado canales de “mamanteo”. En términos hidrogeológicos, el esquema es similar a las “amunas” (provincia de Huarochirí) que conducen e infiltran agua a zonas de buena capacidad de infiltración (en este caso, estratos, calcáreos) y permiten la recarga de manantiales aguas abajo. En la zona, CONDESAN ha trabajado la metodología de monitoreo hidrológico, que consiste en un análisis comparativo de cuencas pares, una intervenida y otra testigo. El monitoreo ha permitido ver la conectividad entre el canal de mamanteo y manantiales cercanos a la población; lo que reforzó la confianza de la población en el mantenimiento de esta práctica (mamanteo). La participación de la población ha permitido actividades de manejo de praderas; la limpieza del canal de mamanteo, cuidado de los equipos instalados para el monitoreo y se potenció expresiones sociales de organización para el trabajo comunitario (recomposición de las parcialidades por barrios) (Minagri,2016).

Ámbito local:

- Duke Energy Perú (2016). Captación de agua de lluvia para crianza de peces en la Amazonía,Ucayali Perú.

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un proyecto en agua a comunidades de Irazola y Curimaná en marco de su responsabilidad social

denominado “Captación de agua de lluvia para crianza de peces en la Amazonía” (Duke Energy Perú,2016).

2.1.2. Nivel de adopción de sistemas de captación de agua de lluvia

- Arroyo, Masera & Fuentes (2016). Adopción e impactos de los sistemas de captación de agua de lluvia. Reporte final. Morelia-Michoacán-México.

Encontraron que el 72 % de los sistemas implementados en 2013 se siguen utilizando […]. De esto, solo el 40 % hace un uso correcto del mismo y el 60 % restante está utilizando el sistema de manera incorrecta en el manejo del Tlaloque (separa la parte más sucia de cada lluvia para que no entre a la cisterna), por lo que las recomendaciones se centraron en mejorar el manejo en el Tlaloque y en las formas en mejorar el mantenimiento del sistema para garantizar una buena calidad del agua almacenada (Arroyo *et al*.,2016).

2.2. Planteamiento teórico del problema

2.2.1. Precipitación

Según Villon (2002) afirma que la precipitación es toda forma de humedad que llega hasta el suelo, considera 5 formas que son: llovizna(pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varía entre 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidades de caída muy bajas), lluvia(son gotas de agua con diámetro mayor a 0.5 mm), escarcha(capa de hielo por lo general transparente y suave, pero que usualmente contiene bolsas de aire), nieve(compuesta de cristales de hielo blanco traslúcido, principalmente de forma compleja) y granizo(precipitación en forma de bolas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes

convectivas, pueden ser esféricos, cónicos o de forma irregular, su diámetro varía entre 5 y 125 mm).

2.2.2. Sistema de captación de agua de lluvia

En aquellos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se cuenta con la suficiente cantidad y calidad de agua para consumo humano, se puede recurrir al agua de lluvia como fuente de abastecimiento ya que es un medio fácil de obtener el agua (Chalco, 2016). Asimismo, el CEPIS (2003) afirma lo mismo ya que es un medio fácil de obtener agua para consumo humano en aquellos lugares donde la precipitación es alta y media.

La Organización Panamericana de la Salud (2006), “OPS en adelante” nos indica que las poblaciones dispersas con menos de 200 habitantes, como es el caso de la comunidad Santa Velita de Tabacoa se dificulta la adopción de tecnologías convencionales, por lo que, las tecnologías no convencionales pueden brindar un nivel óptimo de servicios de agua a la población.

Es por eso, que la captación de lluvia es una tecnología no convencional de obtención de agua para consumo humano y/o agrícola; tal es así que, Agüero (1997) afirma que se aprovecha cuando no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad […].

Para el diseño del sistema de captación y distribución, se tomará de la recopilación de campo y del modelo del sistema de captación de agua pluvial en techo “SCAPT en adelante”, propuesto por CEPIS, el cual se muestra en la figura 1 con sus componentes principales:

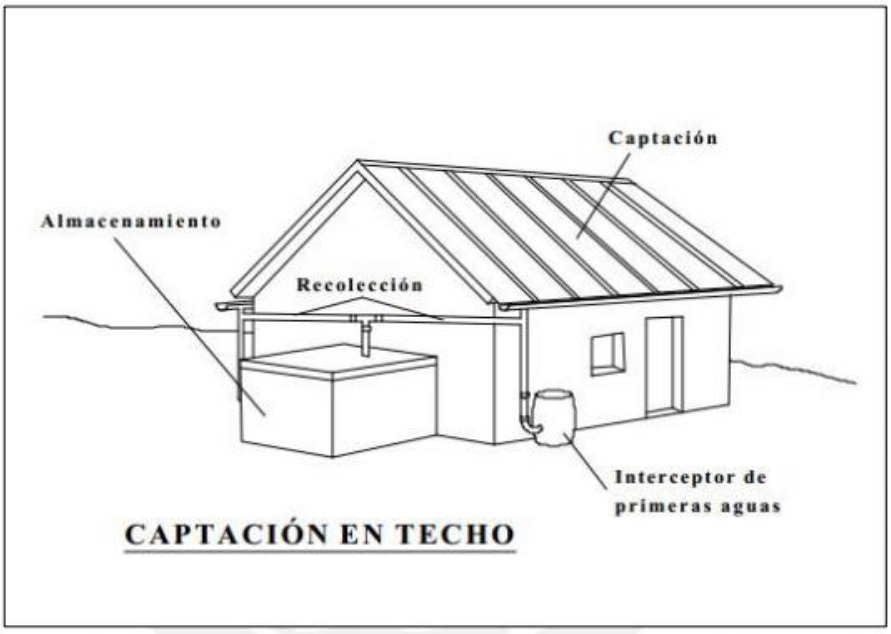


Figura 1: SCAPT – Sistema de captación de agua pluvial en techos.
Fuente: CEPIS, 2004. Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia.

A continuación, se describen los componentes principales del SCAPT.

a) Captación

La captación está conformada por el techo de la edificación, el cual debe tener la pendiente y la superficie adecuadas para permitir el escurrimiento del agua. Para efectos de cálculos, solo se debe emplear la proyección horizontal del área del techo, como se observa en la figura 2.

Los materiales a utilizar en los techos están definidos en el estudio de caso. Las opciones que se pueden considerar son planchas metálicas onduladas, tejas de arcilla, paja, entre otros, dependiendo de las características físicas y climáticas de la zona de estudio (CEPIS,2004).

Ávila (2013) nos indica que los techos de paja no repercuten con la salud de los consumidores, siempre y cuando la intensidad sea baja de sus componentes de lignina y tanino, siendo de origen vegetal al mezclarse con el agua de lluvia se torna un color amarillento.

De igual manera, CONAFOVI (2005) afirma que en el cálculo del tamaño del área de captación se multiplica la longitud por el ancho del mismo.

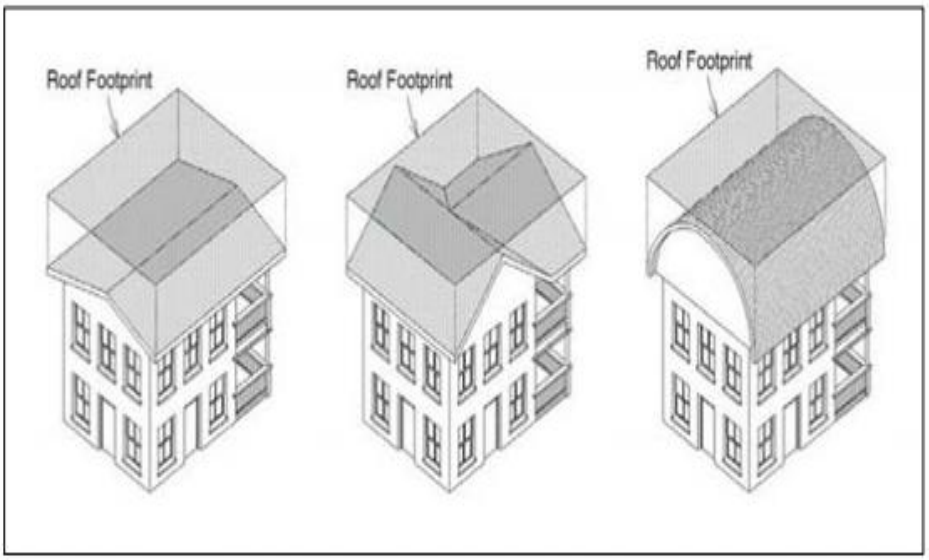


Figura 2: Proyección de las áreas efectivas de captación para distintos tipos de techos. Fuente: Texas Water Development Board, 2005. The Texas Manual on Rainwater Harvesting.

Según la OPS (2004) a nivel cuantitativo, en función al material del techo se considera niveles de coeficiente de escorrentía, ver tabla 1:

Tabla 1. Coeficiente de escorrentía

Material del techo	Ce
Plancha de calamina metálica	0.9
Tejas de arcilla y madera	0.8-0.9
Paja	0.6-0.7
Planchas de PVC	0.9
Geomembrana PVC	0.85-0.9
Revestimiento asfáltico	0.8-0.9

Fuente: Adaptado en base a OPS (2004)

b) Recolección y Conducción

La función principal del sistema de recolección y conducción es llevar el agua procedente de las precipitaciones hacia el tanque de almacenamiento a través de canaletas de bambú, madera, metal o PVC adosadas mediante alambres, madera o clavos en los bordes del techo, debiendo ser livianas para poder manejarlas y colocarlas de la mejor manera, resistentes al agua como todos los componentes evitando fugas de agua.

Para asegurar que el agua no se contamine mediante compuestos orgánicos o inorgánicos que puedan provenir de algún tipo de conexión mal proyectada en todo el proceso, se utiliza mallas o rejillas metálicas evitando que algunos materiales no deseables en los techos caigan y obstruyan las tuberías (figura 3) e imposibiliten que el agua llegue hacia los interceptores que viene más adelante en el sistema (CEPIS, 2004).



Figura 3: Canaleta de recolección vistas inferior y superior.
Fuente: CEPIS, 2004. Guía de Captación de Agua de Lluvia.

c) Interceptor de primeras aguas

Dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo, las cuales arrastran los materiales que en él se encuentran al momento de inicio de la lluvia.

Su función es evitar que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento reduciendo la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente. En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo; OPS (2004) estima este volumen en 1 litro por m2 de techo. (Figura 4)

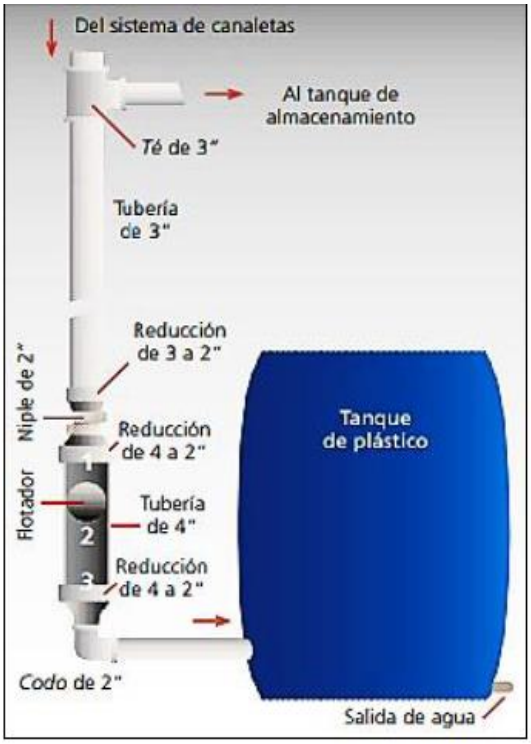


Figura 4: Tanque Interceptor de Primeras Aguas.
Fuente: CEPIS, 2004. Guía de Captación de Agua de Lluvia.

d) Tanque de almacenamiento

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario (OPS, 2004).

Para el diseño del tanque de almacenamiento UNATSABAR (2003) recomienda utilizar el método “Cálculo del Volumen del tanque de almacenamiento”, tomando como base los datos de precipitación de los 10 ó 15 últimos años. Mediante este cálculo se determina la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella calcular la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo. Otros datos complementarios necesarios son el número de usuarios, coeficiente de escorrentía y demanda de agua.

La demanda de agua para fines domésticos se utiliza en (a) Bebida, (b) Preparación de alimentos y cocina, y (c) Limpieza, lavado e higiene personal siendo la recomendación del autor medir el agua de uso cuando sea posible (CEPIS, 1998).

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2004), indica que mientras no exista un estudio de consumo, puede tomarse en cuenta los siguientes valores según zona geográfica:

Tabla 2. Dotación de agua para medios rurales en función de la zona

Zona	Módulo (lppd)
Sierra	40-50
Costa	50-60
Selva	60-70

lppd= litros por persona día.
Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2004).

Sin embargo, la OPS (2006) indica que, en el caso de pozos, captación de agua de lluvia o protección de manantiales se podrá considerar dotaciones menores de 20 lppd.

Tabla 3. Dotación de agua para sistemas no convencionales

Zona	Dotación (lppd)
Sierra	10-20
Costa	
Sierra	

Lppd= litros por persona día.
Fuente: OPS (2006).

Según OMS (2009), indica que hay datos de dotación para necesidades mínimas de supervivencia y mediano plazo.

Tabla 4. Dotación para necesidades mínimas de agua para supervivencia y mediano plazo.

Actividad	Cuota mínima de supervivencia (sostenible por pocos días) en lppd	Cuota a mediano plazo: (sostenible por pocos días) en lppd
Beber	3 a 4	3 a 4
Cocinar, limpieza	2 a 3	2 a 3
Higiene personal	____	6 a 7
Lavado de ropa	____	4 a 6
Total	7	15 a 20

Lppd= litros por persona día.
Fuente: OMS (2009).

- **Criterios para el diseño del tanque de almacenamiento**

CEPIS (2015), nos menciona una lista de accesorios que son necesarios en un tanque de almacenamiento:

a. Tubería de entrada: La distancia entre la generatriz inferior de la tubería de ingreso y la generatriz superior de la tubería de rebose debe ser mayor a 5

cm. La zona de entrada se ubica en el nivel superior del tanque, es recomendable terminar el tubo de entrada con un codo para evitar la proyección hacia arriba del líquido.

b. Tubería de salida: La tubería de salida debe ubicarse en la parte baja del reservorio y deberá contar con una válvula de compuerta de cierre.

c. Tubería de limpieza: Se deberá ubicar en el fondo del reservorio el cual deberá contar con una pendiente no menor a 1% hacia la tubería de limpieza. La tubería de limpieza deberá estar provista de una válvula compuerta.

d. Tubería de rebose: El diámetro de la tubería de rebose no debe ser menor que el diámetro de la tubería de llegada**.**

e. Tubos en "U" invertida: Es aconsejable la utilización de tubos en "U" invertida, protegidos a la entrada con rejillas o mallas milimétricas y separadas del techo del tanque a no menos de 30 cm. El diámetro mínimo de esta tubería es de 2".

La FAO (2013), propone algunos criterios para la selección de los sistemas de almacenamiento de agua más adecuados a cada situación, sin excluir otros criterios que puedan ser consideradas importantes en situaciones locales.

- Responde a las necesidades del tipo de uso previsto (doméstico, animal o vegetal), en términos de volumen almacenado y de calidad de agua requerida en cada caso.
- Permite mantener, alterar mínimamente y ser capaz hasta de mejorar la calidad del agua captada, por medio de sistemas de filtro, decantación u otro mecanismo.
- Ser segura y ofrecer facilidades de manejo y mantenimiento.

- Ser de bajo costo y fácil de construir, de tal forma que puede ser asumida por la población afectada por la escasez del agua.

e) Sistema de tratamiento del agua de lluvia colectada

Brito *et al.* (2007) menciona que la captación de agua de lluvia procedente de techos de viviendas es de mejor calidad comparando el agua captada de otras estructuras.

La lluvia normal posee un pH aproximado de 5.65 en comparación con la lluvia ácida, ésta presenta pH menores a 5 y puede llegar a alcanzar valor de 3 (Montero, 2016).

Mientras tanto OPS (2005) afirma que el parámetro de calidad microbiológica hay que darle más importancia en la vigilancia para eliminarla ya que por su efecto agudo es peligroso para la salud humana.

Para la cloración del agua se debe considerar las siguientes concentraciones:

Tabla 5. Cantidad de cloro líquido a dosificar por litro de agua

Concentración	Cantidad de Cloro Líquido a agregar
0.5% (5000 mg/L)	4 gotas
1%(10 000 mg/L)	2 gotas
5%(50 000 mg/L)	½ gota
10%(100 000 mg/L)	___-------_____

Fuente: Adaptado de OMS (2006).

Debido a que esta investigación, propone un sistema de captación de agua de lluvia para usos domésticos, se evalúa en base a dichos parámetros de calidad de agua. (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

Tabla 6. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, Categoría A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Parámetros	Unidad de medida	Valor
pH	--------	6.50-8.50
Temperatura	ºC	Δ 3
Conductividad eléctrica	µS/cm	1500
Turbiedad	UNT	5
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	15
Cloruros	mg/L	250
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1 000
Dureza	mg/L	500
Sulfatos	mg/L	250
Nitratos	mg/L	50
Coliformes Totales	NMP/100 mL	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	20
Escherichia Coli	NMP/100 mL	0
Huevos y Larvas de helmintos	N° org/L	0

pH = Potencial de Hidrógeno, UNT=Unidad Nefelométrica,
NMP= Número más probable.
Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

2.3. Definición de términos básicos

1. Agua potable. o agua para el consumo humano, aquella que puede ser consumida sin restricción debido a que, mediante procesos de purificación, se han eliminado las sustancias y microorganismos que pueden provocar enfermedades o perjudicar la salud del ser humano.

2. Captación de agua de lluvia. La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola.

3. Calidad del agua. Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua.

4. Contaminación del agua. Es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma esa agua.

5. Desinfección del agua. La desinfección del agua significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua con compuestos químicos y físicos.

6. Estándar de Calidad Ambiental (ECA): es la medida que establece el nivel de concentración del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, suelo, agua, en sus condiciones de cuerpo receptor; que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

La presente es una investigación exploratoria y descriptiva. Según Hernández et al. (2003) nos indica que la primera es poco estudiada, del cual se tienen incertidumbres o no se han elaborado anteriormente, y la segunda, busca especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

3.2. Ubicación, población y muestra

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la comunidad Santa Velita de Tabacoa ubicada en el distrito de Iparía, provincia de Coronel Portillo, departamento Ucayali. Se realizan varias rutas, primero se parte por vía fluvial por el río Ucayali del puerto de Pucallpa a la localidad Iparía; en época de estiaje, del puerto de la localidad Iparía a la comunidad de Santa Velita se traslada con peque peque con un tiempo de 60 minutos y se camina 20 minutos; mientras que, en época de creciente, se llega a la misma comunidad con un tiempo de 60 minutos en total.



Figura 5. Ubicación de la investigación

3.2.2. Población

La población fue el área de cobertura para la captación de agua existente, siendo estos los techos de las viviendas.

3.2.3. Muestra

La muestra para la captación de agua de lluvia fue de 20 m2 por vivienda, haciendo una suma en 14 áreas de coberturas de 280 m2.

3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La técnica e instrumento empleado en el proyecto de investigación se detalla de la siguiente manera:

3.3.1. Técnica

- Monitoreo del uso doméstico del agua (observación).
- Análisis de datos de precipitación del periodo 2006-2015, registrados por SENAMHI (Estación Meteorológica Puerto Inca).

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

- Cuestionario de encuesta.
- Formato de observación e inspección.
- Monitoreo del uso doméstico del agua de consumo
- Ficha de nivel de adopción (uso) de los sistemas captadores de lluvia.
- Tablas de excel para: (a) procesamiento de datos de encuestas, (b) procesamiento de datos de precipitación de la Estación Meteorológica de Puerto Inca, (c) cálculos de demanda, oferta de agua y volumen del tanque o bidón de almacenamiento y (d) procesamiento de datos del nivel de adopción(uso) de los sistemas captadores.
- AutoCAD para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia evaluada.
- Sketch up para la animación en 3D.

3.4. Procedimiento para la recolección de datos

3.4.1. Fase campo

3.4.1.1. Diagnóstico de la situación actual de la comunidad beneficiada

La información se recopiló a través de la encuesta para elaboración de diagnóstico de la situación actual en la CC. NN Santa Velita de Tabacoa, Iparía-Ucayali **(**ver ANEXO 1). Como complemento se utilizó el formato de inspección

y observación donde se recopiló las dimensiones del techo de las viviendas (ver ANEXO 2).

3.4.1.2. Monitoreo del uso doméstico del agua de consumo

La información se recopiló a través de un formato de monitoreo del uso doméstico del agua de consumo en la CC. NN Santa Velita de Tabacoa, Iparía-Ucayali (ver ANEXO 3).

3.4.1.3. Instalación de los sistemas captadores

Para la instalación de los 14 sistemas captadores de agua de lluvia se necesitó un maestro de obra para hacer el trabajo del mismo, con la supervisión del especialista de campo bajo el método de trabajo social. Según Moix (1998), afirma que hay mejor incremento del conocimiento y compresión de necesidades de la comunidad que trabajar individualmente.

Una vez que se instaló el primer sistema captador de agua de lluvia se realizó una capacitación participativa comunitaria de operación y mantenimiento del mismo que a continuación se detalla:

1. Cerciorarse que la llave de paso esté abierta para el desfogue de las primeras aguas.
2. Esperar unos 5 minutos aproximados para el lavado de la lona de PVC.
3. Cierre la llave de paso para el llenado del bidón de almacenamiento.
4. En el rebose, la manguera de ½" usar para el llenado de otros envases disponibles con tapas.
5. Terminado la lluvia, tapar la manguera de ½" con el tapón macho de ½".

6. Clorar el agua para consumo humano (2 gotas/litro de agua).
7. Lavar el bidón de almacenamiento vacío con agua y aplicar cloro para la desinfección.

Luego de la capacitación se realizó una pequeña evaluación de cada familia para saber su aprendizaje en base a lo enseñado con calificaciones de BUENA, REGULAR, MALO.

3.4.1.4. Nivel de adopción (uso) de los sistemas captadores instalados

Se evaluó el nivel de adopción (uso) de los sistemas captadores de agua de lluvia instalados por la ONG CARE Perú. Se levantaron 14 encuestas a través de la ficha de monitoreo de los sistemas captadores de agua de lluvia (ver ANEXO 4).

3.4.2. Fase Gabinete

3.4.2.1. Análisis de la demanda de agua para uso doméstico en la Comunidad Santa Velita de Tabacoa

Se analizó los datos obtenidos en las encuestas del diagnóstico de la situación actual y se calculó la demanda de agua para uso doméstico, este dato se tomó como referencia.

3.4.2.2. Análisis de la oferta de agua de lluvia

Determinación de la oferta hídrica

Se determinó la precipitación promedio mensual a partir de los datos de precipitación de los años 2006-2015 (10 años) que registró la Estación

Meteorológica Puerto Inca (Latitud: 9º 22`y Longitud: 74º 57`), del distrito de Puerto Inca, provincia Puerto Inca, departamento Huánuco (ver ANEXO 5).

Primero se obtuvo el valor mensual promedio del total de años evaluados en milímetros de precipitación por mes, que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo.

$$Ppi = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Pi}{n}$$

Donde:

Ppi: Precipitación promedio mensual del mes “i” de los “n” años evaluados (mm/mes)

Pi: Valor de precipitación mensual del mes “i” (mm)

n: Número de años a evaluar

3.4.2.3. Elaboración del diseño del sistema de captación de agua de lluvia

El diseño estándar fue elaborado para instalarse en las 14 viviendas, con un techo de 20 m2 (5m x4m) según lo recopilado del formato de observación e inspección, con un número promedio de 4 habitantes/familia según los datos de la encuesta.

a) Captación

Las casas tienen el 100% de techo con material shapaja. Se colocará encima un material con nombre comercial KP 600 (lona PVC) para que tenga un coeficiente de escorrentía de 0,9 y que capte lo más limpio posible que por recomendaciones de CEPIS (2003) al igual que la calamina tienen un coeficiente

de escorrentía mayor. Para el cálculo del área se multiplicó el largo y ancho del alero.

$$A = a \times b \text{ (un alero)}$$

Donde:

A= Área en m^2

a= largo en metros

b= ancho en metros

Tabla 7. Datos del material de captación

NOMBRE COMERCIAL	KP600
DESCRIPCION	Tela plastificada con PVC
COMPOSICION	Policloruro de Vinilo tipo PVC-S
	Plastificantes orgánicos primarios
	Aditivos especiales para PVC
SOPORTE	MALLA POLYESTER DE ALTA DENSIDAD

Fuente. Elaboración propia en base a la ficha técnica.

Tabla 8. Propiedades físicas del material

		UNIDAD	VALOR	TOLERANCIA
PROPIEDADES FISICAS	……..	……	……..	……..
	ANCHO	(m)	1.50	MIN
	ESPESOR	(um)	400	+/-5%
	GRAMAJE	(g/m^2)	790	+/-5%

Fuente. Elaboración propia en base a la ficha técnica.

b) Sistema de recolección y conducción

Canaletas

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. El material puede ser metálico o PVC. En el mercado local de Pucallpa, las canaletas son fabricadas a partir de

planchas metálicas de 6 a 8 pulgadas, en esta ocasión, se consideró el de zinc de 6” de ancho. Es recomendable la instalación de un protector de canaleta para reducir el ingreso de materiales extraños, por ejemplo, se consideró malla metálica de 1/4”.

Para la instalación, Vásquez (2014) recomienda ganchos de sujeción empotrados en el techo, e instaladas con un desnivel de 8 cm por cada 10 m de longitud y un espaciamiento de 1,5 metros. Estos criterios se tomaron en el diseño.

Tuberías

La conducción se consideró manguera de 2” por ser flexible en vez de tubos de 2”, a exceptos de los accesorios como reductores, tees, etc.

c) Interceptor de primeras aguas

Es un dispositivo de descarga de las primeras aguas de lluvia que impide que el material indeseable producto del lavado del techo ingrese al tanque o bidón de almacenamiento, por lo tanto, disminuye la contaminación del agua almacenada. Para el desvío del agua de lluvia se recomienda instalar un dispositivo de control de descarga como el Brazilian Ball (figura 6)

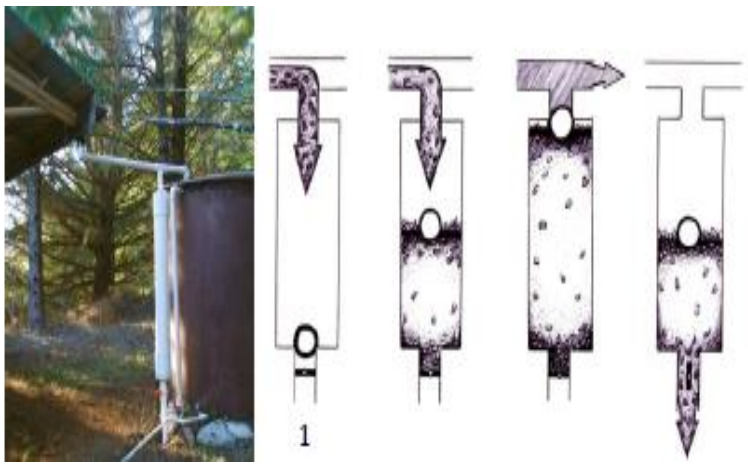


Figura 6. Interceptor o prefiltro Brazilian Ball

En el mercado local de Pucallpa, no ha sido posible encontrar o adaptar un dispositivo interceptor y se ha optado por instalar una llave de paso operada manualmente para cumplir con el desfogue de las primeras aguas de lluvia y limpieza de techos.

d) Tanque de almacenamiento

Para el diseño del tanque de almacenamiento se utilizó el método "Calculo de volumen del tanque de almacenamiento" propuesto por UNATSABAR (2003) para suplir demanda de agua para fines domésticos.

Primero, se redujo la oferta hídrica calculada con datos de la Estación Meteorológica Puerto Inca en un 20 % debido a pérdidas por evaporación, textura del material del techo, pérdidas en las canaletas, en el almacenamiento y la ineficiencia del sistema de captación, con el fin de no sobredimensionar el sistema recomendado por Ávila (2013).

Método "Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento"

- **Cálculo de la demanda mensual de agua**

La demanda de agua se determinó con la dotación de agua que cubriría el diseño propuesto, la cual se calculó con el método: determinación de la dotación de agua y del volumen del tanque de almacenamiento para un área de techo definida (CEPIS,2004).

A partir de la dotación diaria, se calculó la demanda de agua para una familia de 4 habitantes (promedio de habitantes en una familia de la Comunidad

Santa Velita de Tabacoa) y se determinó el acumulado de cada uno de los meses del año (CEPIS, 2004).

$$Di = \frac{\text{Nu} * \text{Nd} * \text{Dot}}{1000}$$

Donde:

Di: demanda mensual por unidad familiar (m^3)

Nu: número de miembros por unidad familiar

Nd: número de días del mes analizado

Dot: dotación de agua promedio para satisfacer la demanda individual en litros por persona al día(lppd)

- **Cálculo de la oferta mensual de agua**

Se determinó la cantidad de agua captada, teniendo en cuenta el material del techo y el coeficiente de escorrentía para geomembrana de PVC (KP600, nombre comercial) que es de 0,9 (UNATSABAR, 2003).

$$Ai = \frac{\text{Ppi} * \text{Ce} * \text{Ac}}{1000}$$

Donde**:**

Ai: Oferta de agua durante el mes “i” (m^3)

Ppi: Precipitación promedio mensual (litros/m^2)

Ce: Coeficiente de escorrentía

Ac: Área de captación(m^2)

Se asumió un 20 % anual de pérdidas, recomendado por Ávila (2013) debido a la evaporación, a la textura del material del techo, a las pérdidas en las canaletas, en el almacenamiento, y a la ineficiencia del sistema de captación para no sobredimensionar el sistema.

Una vez obtenido los valores de la oferta mensual de agua de lluvia (ver tabla 27) y la demanda mensual de agua (ver tabla 28) se calculó el acumulado de cada uno de los meses (CEPIS, 2004).

El acumulado de la oferta y demanda en el mes "i" se determinó por:

$$A_{a_i} = A_{a_{(i-1)}} + \frac{\text{Ppi} * \text{Ce} * \text{Ac}}{1000}$$

$$D_{a_i} = D_{a_{(i-1)}} + (Nu * Nd_{a_i} * Dd_i)/1000$$

Seguido de esto, se procedió a calcular las diferencias acumulativas de oferta y demanda de cada uno de los meses. Se analizó los resultados, considerando que las diferencias acumulativas negativas indica que la demanda será insatisfecha para dicho mes (CEPIS, 2004).

- **Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento**

Se procedió a calcular el volumen del tanque de almacenamiento mediante la sustracción del máximo valor y mínimo valor de las diferencias acumulativas, estas diferencias acumulativas se dan entre la oferta acumulada menos demanda acumulada de todos los meses del año (CEPIS,2004).

Tabla 9: Diferencias acumulativas de oferta acumulada y demanda acumulada

Mes	Ppi (mm)	Oferta (m^3)		Demanda(m^3)		Diferencias acumulativas (m^3)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Ene	I	a	a	m	m	a-m
Feb	II	b	a+b	n	m+n	(a+b)-(m+n)
. . .						. . .
Nov	XI	k	k	r	r	k-r
Dic	XII	l	k+l	s	r+s	k+l)-(r+s)

Fuente. Elaboración propia

Tabla 10: Cálculo para el volumen del tanque almacenamiento.

Área m^2	Dotación lppd	Diferencias acumulativas		Volumen del tanque neto (m^3)
		Máximo valor (volumen de almacenamiento $m^{3)}$	Mínimo valor (volumen de reserva m^3)	
X	Y	a-m	k-r	(a-m)-(k-r)

Fuente. Elaboración propia

e) Sistema de tratamiento de agua de lluvia colectada

Antes de definir un sistema de tratamiento del agua de lluvia, se analizó los resultados (ver ANEXO 6) de pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbiedad, color, cloruros, solidos disueltos totales, dureza, sulfatos nitratos, nitratos, coliformes totales, coliformes termotolerantes, eschierichia y huevos y larvas de helmintos de una muestra de agua de lluvia. Como complemento se muestreó la quebrada Tabacoa y el pozo artesanal (ver ANEXO 7 y 8), todos

ellos por NATURA ANALITICA SAC, para luego comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua (Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM).

En base a ello se fijó una metodología de desinfección con las indicaciones de la OMS (2006) en cuanto a la cantidad de cloro líquido por litro de agua según su concentración.

3.5. Tratamiento de datos

Se realizó el procesamiento en el programa Excel de todos los datos obtenidos en campo y que están descritos en la fase de gabinete.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultado de la encuesta del diagnóstico de la situación actual

a) Generalidades

Número de habitantes por vivienda

La comunidad nativa Santa Velita de Tabacoa pertenece a la etnia asháninka, conformada por 14 familias. La familia más amplia está conformada por 5 integrantes y la más pequeña solo con 2. El promedio de integrantes en una familia de la comunidad Santa Velita es de 4 hab/viv. con una población de 51 habitantes.

Tabla 11. Número de habitantes por vivienda

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Σ	$\overline{X}$
hab/viv.*	5	4	5	4	4	3	4	2	3	4	4	2	2	5	51	4

*hab/viv. = habitante/vivienda
Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿De qué material está construido su techo?

El tipo de techo de las viviendas de la comunidad Santa Velita de Tabacoa de Iparía están conformadas en su mayoría de shapaja en un 100%.

Tabla 12. Material del techo

Ambiente/Tipo techo	Shapaja
Casa	14

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

b) Hábitos de consumo

¿Dónde recoge el agua que utiliza para consumo humano?

La mayoría se abastece del pozo artesanal en un 92.86 %, y la siguiente fuente de captación de la quebrada llamado Huacashiría por una minoría en un 7.14 %.

Tabla 13. Fuente de captación

Fuente captación	Quebrada	Pozo
Familia	1	13

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿Cuánto tiempo demora en trasladarse hasta su fuente de agua (ida y vuelta)?

El tiempo promedio necesario para un viaje de ida y vuelta es de 12 minutos.

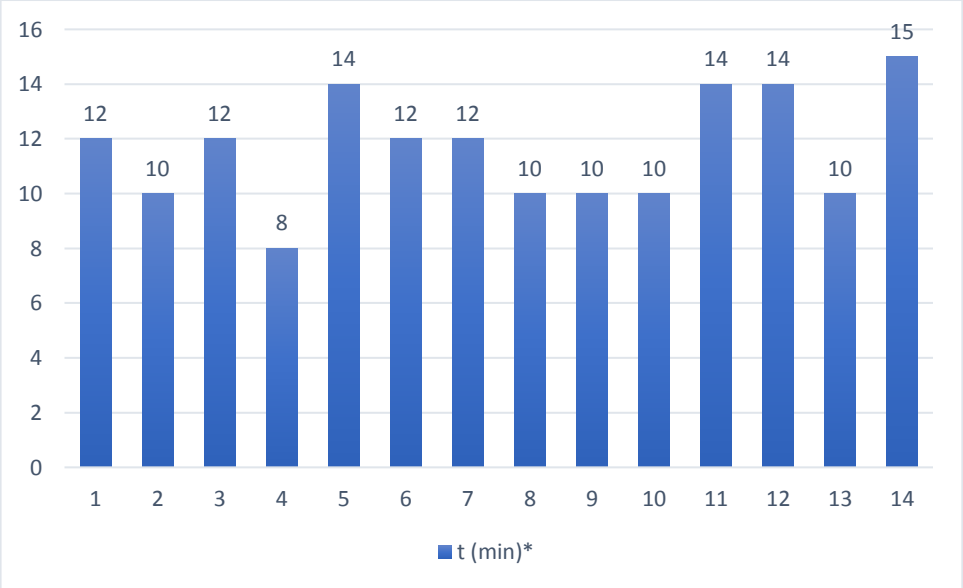


Figura 7. Tiempo de traslado de la vivienda a la fuente de captación (minutos).

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿Cuánto tiempo demora para recoger agua?

El tiempo promedio por familia necesario para el recojo de su agua es de 5 minutos.

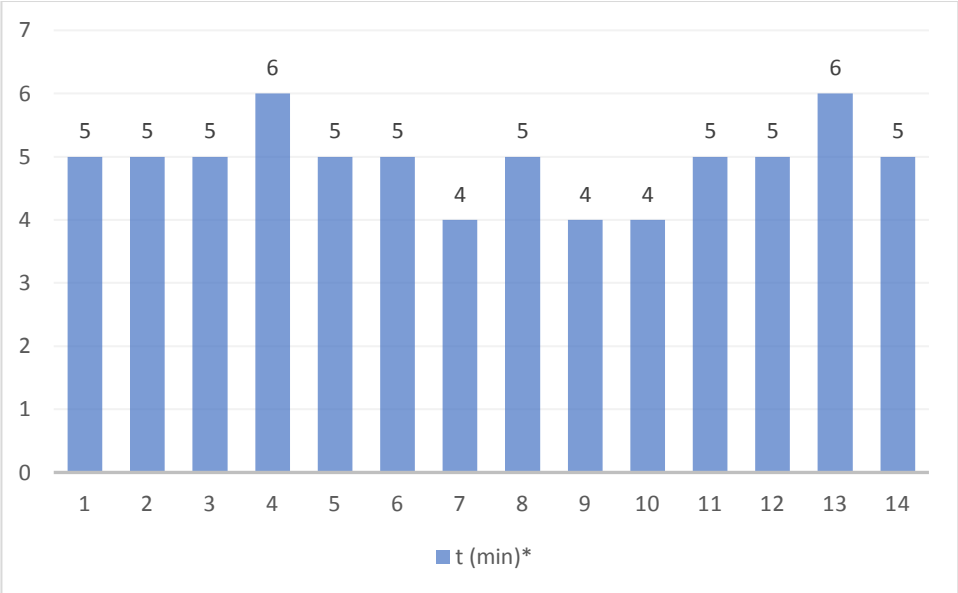


Figura 8. Tiempo de recojo en la fuente de captación (minutos).

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿Cuántas veces al día recoge?

El mayor número de veces que una familia recoge es de1 vez/ día y el menor es de 2 veces/día. El promedio de veces que una familia de la Comunidad Santa Velita recoge agua es de 1 vez/ día.

Tabla 14. Número de veces de recojo de agua por día.

Nº Familia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
veces/día	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿Cuántos y que tipo de depósito recoge?

Los depósitos que se usan en un 100 % son los baldes plásticos de 20 litros.

Tabla 15. Cantidad y tipo de depósitos para agua.

Fam[1]	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
Cd[2]	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1
Tipo	bdp[3]	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp	bdp
Vol[4]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Familia[1], Cantidad de depósito[2], balde de plástico[3], Volumen del depósito[4]
Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿En qué usas el agua?

Todos usan el agua para cocinar, beber y lavar sus utensilios de cocina. Los demás por ejemplo el lavado de ropa y el aseo personal lo efectúan en la misma fuente de captación (pozo artesanal).

Tabla 16. Uso actual de agua recogida por la familia

Familia/Uso	Lavar la ropa	Cocinar	Beber	Aseo personal	Lavar utensilios	Otro
Nª de Familias	0	14	14	0	14	0

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿Qué tratamiento le das al agua que bebes?

Un 93 % de las familias no hace algún tratamiento al agua que bebe, mientras que el 7 % sólo lo hierve para eliminar los patógenos del agua.

Tabla 17. Método de tratamiento del agua para beber

Método	Hiervo	Cloro	Ninguno	Otro
Nº Afirmaciones	1	0	13	0

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

c) Aprovechamiento de agua de lluvia

¿Usa el agua de lluvia?

En la comunidad de Santa Velita de Tabacoa el 14 % sólo aprovecha el agua de lluvia y el 86 % no lo aprovecha.

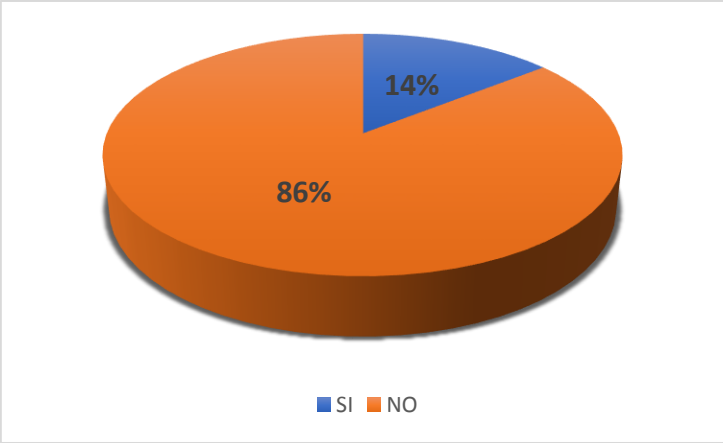


Figura 9. Aprovechamiento del agua de lluvia

¿Estaría dispuesto a usarla a través de un proyecto?

Tabla 18. Disposición a usar el agua de lluvia

SI	NO
14	2

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿Por qué estaría dispuesto a usar el agua de lluvia?

El 42 % de la familia afirmaron por tres razones de manera integrada que estaría dispuesto a usar agua de luvia: de no caminar, de tener agua limpia y de tener agua en casa; mientras que, el 17 % afirma sólo por razón de no caminar, el 25 % de tener agua en casa y el 17 % de tener agua limpia.

Tabla 19. Razones de usar o usaría el agua de lluvia

Razón	Para no caminar	Agua limpia	Esta en casa	Todas anteriores	Otro
Nº afirmaciones	2	2	3	7	0

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

¿Por qué no estaría dispuesto a usar el agua de lluvia?

El 50 % de las familias se reparte por dos razones fundamentales de no estar o no estaría dispuesto a usar el agua de lluvia, uno por tener contaminación y el otro por no ser necesario.

Tabla 20. Razones no de usar o no usaría el agua de lluvia

Razón	Tiene contaminación	No es necesario	Cuento con agua suficiente	Todas anteriores	Otro
Nº afirmaciones	1	1	0	0	0

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

4.2. Determinación de la demanda de agua para uso doméstico en la Comunidad Santa Velita de Tabacoa

Con los datos de la encuesta, se calculó que el volumen de agua traída desde la fuente en promedio es 5 lppd, la cual cubre la demanda de agua para los siguientes usos domésticos: alimentación, bebida, lavado de utensilios. Los usos domésticos como aseo personal y lavado de ropa lo aprovechan en la misma fuente de captación.

Tabla 21. Consumo de agua traída desde la fuente (pozo)

Nºviv.[1]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
hab/viv.[2]	5	4	5	4	4	3	4	2	3	4	4	2	2	5
l/fam.[3]	18	20	20	18	15	15	15	15	16	16	17	15	15	20
lppd[4]	3.60	5	4	4.50	3.75	5	3.75	7.50	5.33	4	4.25	7.50	7.50	4

Número de vivienda[1], habitante por vivienda[2], litros por familia[3], litros por persona al día[4]
Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

Se analizó los resultados del monitoreo para las 14 viviendas, diferenciando los usos domésticos cubiertos por agua acarreada y los usos en la misma fuente. Se calculó una dotación de agua para usos domésticos de 26 lppd, de los cuales corresponde 5 lppd de agua acarreada y 21 lppd de agua en la misma fuente.

Tabla 22. Dotación promedio actual para usos domésticos en la CC. NN Santa Velita de Tabacoa

Nº		Uso	Litros/familia/día	lppd
1.	Agua acarreada a la casa	Alimentación, bebida, lavado de manos y utensilios	17	5
2.	Agua en la misma fuente	Lavado de ropas y aseo personal (baño)	76	21
		Total	93	26

Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

En la comunidad Nativa Santa Velita de Tabacoa la dotación de agua es de 26 lppd, ésta es mayor que la dotación para necesidades mínimas de supervivencia y demanda de agua a mediano plazo definida por la Organización Mundial de la Salud (2009) en 7 lppd y 20 lppd respectivamente. Sin embargo, está fuera del rango de 60-70 lppd recomendado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2004) para garantizar calidad de vida en agua.

4.3. Determinación de la oferta hídrica

La precipitación promedio mensual en la CC. NN Santa Velita de Tabacoa según los datos de precipitación que registro la Estación Meteorológica de Puerto Inca durante los años 2006-2015 es de 199.69 mm.

Tabla 23. Precipitación promedio mensual

Mes/ año	Ppi(mm/mes)
Enero	300.66
Febrero	347.31
Marzo	269.29
Abril	189.82
Mayo	147.34
Junio	79.26
Julio	102.15

Agosto	66.29
Septiembre	109.73
Octubre	185.14
Noviembre	284.13
Diciembre	315.16

Fuente Elaboración propia en base a SENAMHI (2017)

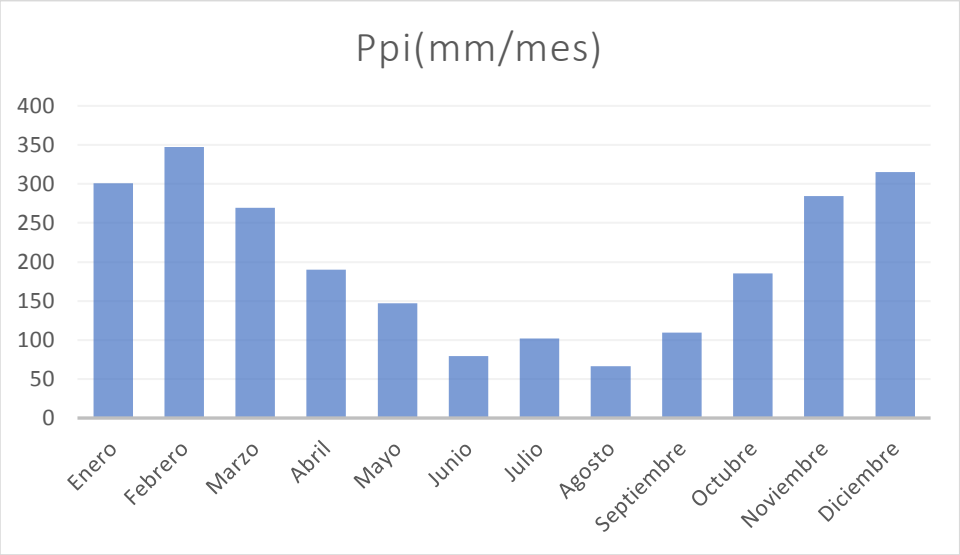


Figura 10. Precipitación promedio mensual histórica (2006-2015)
Fuente: Encuesta de situación actual aplicada por el investigador.

4.4. Elaboración del diseño del sistema captador de agua de lluvia

El diseño estándar fue elaborado para 14 viviendas de la comunidad Santa Velita de Tabacoa (ver ANEXO 9 y 10).

a) Captación

Está conformada por techos de shapajas (resultado de la encuesta) y que se puso encima del mismo el material KP600 (lona PVC) para captar mejor el agua de lluvia, ya que con la shapaja se ensucia y se contamina el agua proveniente del mismo. Se escogió un área estándar de 20 m^2 (5 m x 4 m) que servirá para la captación del agua de lluvia hacia las canaletas de recolección. Para las 14 viviendas hacen un total de 280 m^2 de área de captación.

b) Sistemas de recolección y conducción del agua captada

Recolección

Se considera canaleta de zinc de 6” de ancho y de 5 metros de longitud, instaladas por 4 ganchos de fierro con un espaciamiento de 1.66 metros entre ellas, además de malla metálica de ¼” para evitar que entren hojas, ramas, y suciedad de tamaño considerable que será cubierto en la canaleta.

Conducción

En el sistema de conducción se instaló manguera verde de 2 “, con sus diferentes accesorios que a continuación se presenta:

Tabla 24. Cantidad total del sistema de conducción

Componente	Cantidad unitaria	Nº Sistemas	Cantidad total
Manguera de 2” (ml)	1. 50	14	21
Reducción de 4 x 2	1		14
Tee rosca 1 ½ “	1		14
Niple de 1 ½” x 2”	2		28
Abrazaderas regulables 3”	2		28

Fuente: Elaboración propia.

c) Interceptor de primeras lluvias

Se ha optado por instalar una llave de paso operada manualmente para cumplir con el desfogue de las primeras aguas de lluvia y limpieza del área de captación. A continuación, se presenta sus componentes y la cantidad total que se requirió para los 14 sistemas captadores (14 viviendas).

Tabla 25. Cantidad total del sistema interceptor de agua de lluvia.

Componente	Cantidad unitaria	Nº Sistemas	Cantidad total
Válvula bola rosca 1 ½"	1		1
Manguera verde 2"(ml)	1.50	14	21
Abrazadera regulable 3"	1		1
Niple 1 ½" x 2"	1		1
Tapón macho	1		1
Abrazaderas de 2 orejas de 2"	1		1

Fuente: Elaboración propia

d) Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento

- **Oferta de agua durante el mes "i"**

Tabla 26. Volumen de agua de la oferta de agua de lluvia aprovechable

Mes/año	Ppi promedio mensual	Pérdida 20%	Volumen de la oferta aprovechable (mm/mes)
Enero	300.66	60.13	240.53
Febrero	347.31	69.46	277.85
Marzo	269.29	53.86	215.43
Abril	189.82	37.96	151.86
Mayo	147.34	29.47	117.88
Junio	79.26	15.85	63.41
Julio	102.15	20.43	81.72
Agosto	66.29	13.26	53.03
Septiembre	109.73	21.95	87.78
Octubre	185.14	37.03	148.11
Noviembre	284.13	56.83	227.30
Diciembre	315.17	63.03	252.13

Fuente. Elaboración propia en base al SENAMHI

Tabla 27. Oferta mensual de agua para una vivienda estándar

Mes/año	Precipitación promedio mensual (mm/mes)	Oferta mensual para vivienda Ai en m^3
Enero	240.53	4.33
Febrero	277.85	5.00
Marzo	215.43	3.88
Abril	151.86	2.73
Mayo	117.88	2.12
Junio	63.41	1.14
Julio	81.72	1.47
Agosto	53.03	0.95
Septiembre	87.78	1.58
Octubre	148.11	2.67
Noviembre	227.30	4.09
Diciembre	252.13	4.54

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENAMHI

En cuanto a la cobertura de las viviendas en la comunidad Santa Velita de Tabacoa, se hicieron con un área de 20 m2 que puede recolectar 34.51 m3 de agua de lluvia al año con una precipitación anual media de 2350.04 mm/ año. Si se compara dentro del estudio de (Ballén, Galarza & Ortiz, 2006) uno de los estados que es Texas, donde más se utilizan los sistemas de captación de agua de lluvia que con tan sólo 850 mm/año ya han implementado estos sistemas.

- **Demanda de agua para el mes "i"**

De la tabla anterior Nº 28, se identificó que la oferta de agua que brinda el techo de 20 m^2 a lo largo del año es de 34.51 m^3. Considerando una reserva de 1 m^3 de agua, se tiene que la dotación diaria de agua para cada una de las 4 personas que habitan en una vivienda es:

$$\frac{(34.51\ m3 - 1\ m3)x\ \frac{1000\ lt}{1m3}}{365\ dias\ x\ 4\ pers.} = 22.95\ lppd$$

A partir de la dotación diaria establecida en 22.95 lppd se calculó la demanda de agua y se determinó el acumulado de cado uno de los meses.

Tabla 28. Demanda mensual de agua

Mes/año	Demanda mensual (m^3)
Enero	2.85
Febrero	2.57
Marzo	2.85
Abril	2.75
Mayo	2.85
Junio	2.75
Julio	2.85
Agosto	2.85
Septiembre	2.75
Octubre	2.85
Noviembre	2.75
Diciembre	2.85

Fuente. Elaboración propia

- **Cálculo del acumulado de demanda mensual y oferta mensual de agua**

Tabla 29. Cálculo de la demanda mensual acumulado

Mes	Precipitación (mm)	Demanda(m^3)	
		Parcial	Acumulado
Enero	240.53	2.85	2.85
Febrero	277.85	2.57	5.42
Marzo	215.43	2.85	8.26
Abril	151.86	2.75	11.02
Mayo	117.88	2.85	13.86

Junio	63.41	2.75	16.62
Julio	81.72	2.85	19.46
Agosto	53.03	2.85	22.31
Septiembre	87.78	2.75	25.06
Octubre	148.11	2.85	27.91
Noviembre	227.30	2.75	30.66
Diciembre	252.13	2.85	33.51

Fuente. Elaboración propia en base a datos del SENAMHI

Tabla 30. Cálculo del acumulado mensual de lluvia para el abastecimiento.

Mes	Precipitación (mm)	Abastecimiento(m^3)	
		Parcial	Acumulado
Enero	240.53	4.33	4.33
Febrero	277.85	5.00	9.33
Marzo	215.43	3.88	13.21
Abril	151.86	2.73	15.94
Mayo	117.88	2.12	18.06
Junio	63.41	1.14	19.21
Julio	81.72	1.47	20.68
Agosto	53.03	0.95	21.63
Setiembre	87.78	1,58	23.21
Octubre	148.11	2.67	25.88
Noviembre	227.30	4.09	29.97
Diciembre	252.13	4.54	34.51

Fuente. Elaboración propia en base a datos del SENAMHI

- **Diferencias acumulativas de oferta y demanda**

Tabla 31. Diferencias acumulativas de oferta y demanda de cada uno de los meses con dotación de 22.95 lppd

Mes	Ppi (mm)	Oferta(m^3)		Demanda(m^3)		Diferencias acumulativas (m^3)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	

Enero	240.53	4.33	4.33	2.85	2.85	1.48
Febrero	277.85	5.00	9.33	2.57	5.42	3.91
Marzo	215.43	3.88	13.21	2.85	8.26	4.95
Abril	151.86	2.73	15.94	2.75	11.02	4.93
Mayo	117.88	2.12	18.06	2.85	13.86	4.20
Junio	63.41	1.14	19.21	2.75	16.62	2.59
Julio	81.72	1.47	20.68	2.85	19.46	1.21
Agosto	53.03	0.95	21.63	2.85	22,31	-0.68
Setiembre	87.78	1.58	23.21	2.75	25.06	-1.85
Octubre	148.11	2.67	25.88	2.85	27.91	-2.03
Noviembre	227.30	4.09	29.97	2.75	30.66	-0.69
Diciembre	252.13	4.54	34.51	2.85	33.51	1.00

Fuente. Elaboración propia en base a datos del SENAMHI

A pesar de que se calculó la oferta en función del área del techo, se obtuvo valores negativos para el periodo de agosto hasta noviembre (4 meses), lo que indica que no habría agua para abastecer a los interesados a una dotación total de 22. 95 lppd durante esta cantidad de meses. Esto explica en que este tipo de cálculo no considera que la precipitación mensual será menor para ciertos meses. Por ello, se repitió los cálculos de diferencias acumulativas de oferta y demanda de agua a dotaciones menores, hasta encontrar la dotación que permita un abastecimiento constante y un volumen adecuado del tanque de almacenamiento.

Tabla 32. Diferencias acumulativas de oferta y demanda de agua para una dotación de **21 lppd**

Mes	Ppi(mm)	Oferta(m3)		Demanda(m3)		Diferencias (m3)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Enero	240.53	4.33	4.33	2.60	2.60	1.73
Febrero	277.85	5.00	9.33	2.35	4.96	4.37
Marzo	215.43	3.88	13.21	2.60	7.56	5.65
Abril	151.86	2.73	15.94	2.52	10.08	5.86
Mayo	117.88	2.12	18.06	2.60	12.68	5.38

Junio	63.41	1.14	19.21	2.52	15.20	4.00
Julio	81.72	1.47	20.68	2.60	17.81	2.87
Agosto	53.03	0.95	21.63	2.60	20.41	1.22
Setiembre	87.78	1.58	23.21	2.52	22.93	0.28
Octubre	148.11	2.67	25.88	2.60	25.54	0.34
Noviembre	227.30	4.09	29.97	2.52	28.06	1.91
Diciembre	252.13	4.54	34.51	2.60	30.66	3.85

Fuente. Elaboración propia en base a datos del SENAMHI

- **Volumen del tanque de almacenamiento**

Del análisis de la tabla anterior, se nota que si debe considerarse una dotación de 21 lppd por haberse obtenido valores positivos lo que se traduce que si se abastecería el agua para consumo humano en los meses del año y se requeriría un tanque neto de 5.58 m^3 (5.86 m^3 -0.28 m^3), sin considerar la reserva mínima de 0.28 m^3.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de los cálculos para el volumen de almacenamiento con una dotación de 21 lppd.

Tabla 33. Volumen seleccionado del tanque de almacenamiento en m^3

Área m^2	Dotación lppd	Diferencias acumulativas		Volumen del tanque m^3
		Máximo valor (volumen de almacenamiento m^3)	Mínimo valor (volumen de reserva m^3)	
20	21	5.86	0.28	5.58

Fuente. Elaboración propia

e) Desinfección

En base a los resultados del análisis de agua de lluvia en el Laboratorio NATURA ANALITICA SAC, se muestra los parámetros físico-químicos y bacteriológicos:

Tabla 34. Resultados físico-químico y bacteriológico de la muestra de agua de lluvia.

Parámetros	Unidad de medida	Resultados	D.S 004-2017-MINAM
pH	--------	6.76	6.5-8.5
Temperatura	ºC	25.50	Δ 3
Conductividad eléctrica	µS/cm	12.50	1 500
Turbiedad	UNT	0.00	5
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	<5	15
Cloruros	mg/L	12.30	250
Solidos Totales Disueltos	mg/L	5	1000
Dureza	mg/L	35.30	500
Sulfatos	mg/L	19	250
Nitratos	mg/L	0.20	50
Coliformes Totales	NMP/100 mL	0	50
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0	20
Escherichia Coli	NMP/100 mL	0	0
Huevos y Larvas de helmintos	N° org/L	0	0

Fuente. Elaborado por el investigador en base a los resultados del análisis de laboratorio Natura Analítica SAC

Como se puede apreciar en la tabla anterior los resultados demuestran que el agua analizada se encuentra dentro de los parámetros permisibles sin presencia de coliformes totales ni fecales.

Según los resultados anteriores, el diseño propuesto en esta investigación aporta 21 lppd, esto se debe al tamaño definido del techo de 20 m^2 más no a la precipitación de lluvia, ya que si sería así se aumentaría las dotaciones aún mayores, para ello, sólo bastaría con considerar un área mayor de techo y diseñar un tanque con mayor capacidad que requeriría también de un espacio mayor para su instalación. Mientras que, Jiménez (2018) indica que su investigación de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia diseñado considera materiales propios de la zona, un área mayor de techo de calamina de 60 m^2 y un tanque de almacenamiento de madera impermeabilizada con geomembrana de 15.03 m^3, capaz de abastecer a una familia de 7 personas promedio, con una dotación estimada de 38 lppd para uso doméstico en todo el año.

4.5. Instalación de los sistemas captadores de agua de lluvia

4.5.1. Resultados de la instalación

Tabla 35. Beneficiarios de los sistemas captadores de agua de lluvia.

Nº	Familia beneficiaria
1	Aldunate Lomas
2	Yai Lomas
3	Tapullima Pilco
4	Pilco Majipo
5	Daniel Ihuaraqui
6	Vásquez Perdiz
7	Agustín Pezo Ushiñahua
8	Serruche Isuiza

9	Izquierdo Arimuya
10	Vásquez Pinedo
11	Varas Rodríguez
12	Casternoque Odicio
13	Márquez Ruiz
14	Márquez Varas

Fuente. Elaboración propia.

El proceso de la instalación del sistema captador de agua de lluvia se presenta en el ANEXO 12.

4.5.2. Capacitación de la O & M del sistema captador

Se realizó de manera comunal la instalación de los sistemas a los beneficiarios para que conozcan el proceso desde el inicio hasta el final (ítem 7 de la ficha de monitoreo de los sistemas adjuntado en el anexo 4). Con ello, se obtiene los resultados de cuánto aprendieron el proceso, que a continuación se detalla:

1. Cerciorarse que la llave de paso esté abierta para el desfoque de las primeras aguas

El 93 % de la familia maneja este proceso de manera regular, mientras que el 7 % conoce mucho el proceso.

Tabla 36. Proceso Nº 1

Buena	Regular	Malo
1	13	0

Fuente. Elaboración propia

2. Esperar unos 5 min aprox. para el lavado de la lona fija (área de captación sobre el techo)

El 100 % de las familias manejan este proceso de manera excelente.

Tabla 37. Proceso Nº 2

Buena	Regular	Malo
0	14	0

Fuente. Elaboración propia

3. Cierre la llave de paso para el llenado del bidón de almacenamiento

El 93 % de la familia maneja este proceso de manera regular, mientras que el 7 % conoce mucho el proceso.

Tabla 38. Proceso Nº 3

Buena	Regular	Malo
1	13	0

Fuente. Elaboración propia.

4. En el rebose, la manguera de ½" usar para el llenado de otros envases disponibles con tapas

El 93 % de la familia maneja este proceso de manera regular, mientras que el 7 % conoce mucho el proceso.

Tabla 39. Proceso Nº 4

Buena	Regular	Malo
1	13	0

Fuente. Elaboración propia.

5. Terminado la lluvia, tapar la manguera de ½" con el tapón macho de ½"

El 93 % de la familia maneja este proceso de manera regular, mientras que el 7 % conoce mucho el proceso.

Tabla 40. Proceso Nº 5

Buena	Regular	Malo
1	13	0

Fuente. Elaboración propia.

6. Clorar el agua para consumo humano (2 gotas de lejía por litro de agua)

El 86 % de las familias manejan de manera regular el sexto proceso de la O&M del sistema captador de agua de lluvia, mientras que, el 14% lo maneja muy bien, con ello se hace notorio de la simplicidad del mismo.

Tabla 41. Proceso Nº 6

Buena	Regular	Malo
2	12	0

Fuente. Elaboración propia.

7. Lavar el bidón de almacenamiento vacío con un desinfectante (lejía) para luego seguir usando en el llenado de agua de lluvia

El 86 % de las familias manejan de manera regular el sexto proceso de la O&M del sistema captador de agua de lluvia, mientras que, el 14% lo maneja muy bien, con ello se hace notorio de la simplicidad del mismo.

Tabla 42. Proceso Nº 7

Buena	Regular	Malo
2	12	0

Fuente. Elaboración propia.

4.6. Nivel de adopción de los sistemas captadores de agua de lluvia

¿Cómo está funcionando el sistema de captación desde que se instaló?

Cabe recalcar que el 86 % de los sistemas siguen en uso. De esto, solo el 60 % hace un uso correcto del mismo y el 40 % restante está utilizando el sistema de manera incorrecta en el manejo de la llave de paso cuya función es evitar que el agua entre sucia al bidón de almacenamiento y de los grifos que se encontraron goteando ligeramente. Estos dos puntos son de suma importancia ya que, si siguen desarrollando de esta manera, la calidad del agua y cantidad de agua podría comprometerse y tener afectaciones.

Por otro lado, el 14 % de los sistemas ya no se usan por motivo de ausencia definitiva de la familia en la comunidad Santa Velita de Tabacoa, por ende, dejaron los sistemas para otra familia que viva (aún está vacío).

Tabla 43. Estado de los sistemas captadores de agua de lluvia

Si usan	No usan	Total
12	2	14

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

Recuerda, ¿Cuáles son las partes del sistema de captación de agua de lluvia?

Para simplificar las partes del sistema de captación son: (a) área de captación, (b) recolección y conducción, (c) interceptor de primeras aguas y(d) bidón de almacenamiento. Según lo dicho anterior, el 100 % desconocen las partes del sistema.

Tabla 44. Nº afirmaciones y negaciones

Si	No	Total
0	12	12

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

¿Para que usa el agua de lluvia?

El 100 % de las familias que participaron, usan el agua de lluvia para lavar los utensilios y manos, para cocinar y para beber. Las otras actividades como lavar las ropas y bañarse lo hacen en el pozo artesanal.

Tabla 45. Usos domésticos en la casa

Cocinar	Lavar utensilios /manos	Beber	Todas las anteriores	Lavas la ropa	Bañarse	total
0	0	0	12	0	0	12

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

¿Desinfecta el agua para su consumo humano?

Tabla 46. Nº afirmaciones

Si	No
12	0

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

¿Cómo desinfecta el agua para beber?

El 83 % de las familias clora su agua como se los recomendó, se constató haciendo una prueba de gusto al agua que lo almacenan, con ello, se traduce que están aplicando para la desinfección del agua.

Por otro lado, el 17 % lo hierven, que también es una de las prácticas que sirve para beber el agua.

Tabla 47. Método de tratamiento al agua

Uso cloro	Hiervo	Ninguno
10	2	0

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

Conocimiento y práctica del procedimiento del manejo del sistema de captación de agua lluvia

El 83 % de las familias de Santa Velita si maneja el procedimiento de la operación y mantenimiento del sistema. Mientras que, el 17 % manejan a medias o de manera regular.

Tabla 48. Conocimiento del manejo del sistema

Buena	Regular	Malo
10	2	0

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

¿Cuál es el nivel de satisfacción con el uso del sistema de captación de agua de lluvia?

Tabla 49. Nivel de satisfacción

Buena	Regular	Malo
12	0	0

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

¿Por qué razón?

El 100% de las familias afirman que hay un buen nivel de satisfacción hacia los sistemas captadores de agua de lluvia. De ello, el 58 % indica que provee agua en la casa, el 25 % porque le genera agua limpia y el 17 % porque ahorra tiempo con recoger del pozo.

Tabla 50. Razón del nivel de satisfacción

Provee agua en casa	Agua limpia	Ahorro de tiempo de recojo
7	3	2

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

¿Qué color tiene el agua de lluvia al captarse con el sistema instalado?

Según el monitoreo después de 6 meses de la instalación, se observó que el 17 % tiene el bidón de almacenamiento un poco sucio, debido al manejo inadecuado del mismo, y un 83 % es limpia (incoloro) almacenada en su bidón de almacenamiento.

Tabla 51. Color del agua almacenada

Color amarillo	Incoloro
2	10

Fuente. Ficha de monitoreo aplicado por el investigador.

En cuanto a la adopción de los sistemas, Arroyo, Masera & Fuentes (2016) encontraron que el 72 % de los sistemas implementados en 2013 se siguen utilizando […]. De esto, solo el 40 % hace un uso correcto del mismo y el 60 % restante está utilizando el sistema de manera incorrecta en el manejo del Tlaloque (separa la parte más sucia de cada lluvia para que no entre a la cisterna), por lo que las recomendaciones se centraron en mejorar el manejo en el Tlaloque y en las formas en mejorar el mantenimiento del sistema para garantizar una buena calidad del agua almacenada. A partir de esto, la presente investigación supera el nivel de adopción(uso) conforme a ellos, con un porcentaje significativo de 86 % de los sistemas. De este porcentaje, solo el 60 % hace un uso correcto del mismo y el 40 % restante está utilizando el sistema de manera incorrecta.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. La demanda de agua para uso doméstico en la Comunidad Santa Velita de Tabacoa es de 26 lppd de acuerdo al monitoreo in situ de consumo humano y la oferta promedio de agua de lluvia es de 2350.04 mm/ anual y 199.69 mm/mes en base a los datos de precipitación de la Estación Meteorológica de Puerto Inca.

2. El sistema de captación de agua de lluvia diseñado tiene un área de techo 20 m^2 y un reservorio de almacenamiento de 5.58 m^3. Sin embargo, por factores de accesibilidad se ha instalado un bidón de almacenamiento de 0.650 m3 que no logra atender a una familia de 4 habitantes promedio, con una necesidad de 21 lppd para diversos usos domésticos.

3. Se instalaron 14 sistemas captadores de agua de lluvia, 12 sistemas continúan en uso (86%) por lo que se califica el nivel de adopción(uso) como aceptable. De esto, solo el 60 % hace un uso correcto del mismo y el 40 % restante está utilizando el sistema de manera incorrecta en el manejo de la llave de paso (interceptor de primeras aguas) y de los grifos que se encontraron goteando ligeramente.

5.2. Recomendaciones

1. De acuerdo al diseño del sistema, aumentar el volumen del reservorio a 5.58 m^3 obtenido de los resultados, teniendo en cuenta también la logística y el presupuesto para su instalación.

2. Desarrollar investigaciones a nivel experimental, en cuanto a la evaluación de diferentes sistemas de tratamiento de agua para consumo humano que cumplan con suministrar agua dentro de los límites permisibles de la normativa nacional e internacional.

3. Realizar monitoreo de la calidad de agua almacenada periódicamente por la autoridad local competente para llevar un mejor control del mismo, garantizando el consumo dentro de los límites máximos permisibles con la finalidad de evitar enfermedades hídricas.

4. Modificar el interceptor de agua de lluvia recomendado pro CEPIS que permita lavar las aguas y llenar el reservorio automáticamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arroyo-Zambrano, T. I., Masera Cerutti, O., & Fuentes Gutierrez, A. (Diciembre de 2016). *Adopción e impactos de los sistemas de captación de agua de lluvia*. Obtenido de http://ecotec.unam.mx/Ecotec/wp-content/uploads/Reporte-final-Estudio-adopcion-e-impactos-de-los-sistemas-de-captacion-de-agua-de-lluvia-.pdf

Avila, A. (Noviembre de 2013). *Ecotecnia para captación y reciclaje de aguas pluviales en casas de interes social en Pachuca,Hidalgo-Mexico*. Obtenido de http://132.248.9.195/ptd2014/enero/0707391/0707391.pdf

Ballén, J., Galarza, M., & Ortiz, R. (2006). *Sistema de aprovechamiento de agua lluvia para vivienda urbana*. Obtenido de http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoS%20(1).pdf

Casas, S. A. (2008). *Aprovechamiento potencial del agua del lluvia Caso Sub-Región Alto Mayo- San Martín*. Obtenido de http://www.lamolina.edu.pe/agricola/biblioteca/Tesis/Maestria/2008/Aprovechamiento_Potencial_del_Agua.pdf

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (1988). *Sistema de Abastecimiento de Agua para pequeñas Comunidades. Tecnología de Pequeños Sistemas de Abastecimiento de Agua en Países de Desarrollo*. Obtenido de https://www.ircwash.org/sites/default/ files/201-88SI-6153.pdf.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2003). *Especificaciones Técnicas Captación de Agua de Lluvia Para Consumo Humano*. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/tecapro/ documentos/agua/etCaptacion_lluvia.pdf.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2004). *Guía de diseño para captación de agua de lluvia*. Obtenido de http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf

Chalco, G. (2016). *Evaluacion, Analisis y Diseño de un sistema de captacion de agua de lluvia en viviendas rurales en Molino-Juli*. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4620/Chalco_Mulluni_Glicerio_Fabian.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Diario Oficial El Peruano. Perú*. Obtenido de http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Boletin_de_Normas_Legales/NL20170311.pdf

Decreto Supremo N°007-2017-VIVIENDA. (2017). *Aprueba la Política Nacional de Saneamiento. Diario Oficial el peruano*. Obtenido de https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-politica-nacional-de-saneamie-decreto-supremo-n-007-2017-vivienda-1503314-7/

Direccion General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la Calidad Para consumo Humano*. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Duke Energy Peru. (2016). *Duke Energy Perú primera empresa de generación eléctrica en Perú en verificar huella hídrica ISO 14046*. Obtenido de http://www.elaguanosune.org/gestion-del-conocimiento/estudios-de-caso/empresarial/duke-energy-peru-primera-empresa-de-generacion-electrica-en-peru-en-verificar-huella-hidrica-iso-14046/

FAO. (2013). *Captación y Almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Chile*. Obtenido de http://www.fao.org/docrep/ 019/i3247s/i3247s.pdf

Foro Permanente de las Naciones Unidas para las Cuestiones Indígenas, Cuarto periodo de sesiones. (2005). *Documento de la Naciones Unidas, Anexo III, Punto 13*. Obtenido de https://www.un.org/development/desa/indigenous-peoples-es/sesiones-del-foro-permanente/cuarto-periodo-de-sesiones.html

Garcia, J. (2012). *Sistema de Captación y Aprovechamiento Pluvial para un Ecobarrio de la CD. De Mexico*. Obtenido de http://islaurbana.mx/wp-content/uploads/2017/06/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf

Hernandez, L. (2014). *Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable en el caserío la Florida-Huasmín-Celendín-Cajamarca*. Obtenido de http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6814/Hern%C3%A1ndez%20Malca%20Leyning.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Herrera Monroy, L. A. (2010). *Estudio de alternativas, para el uso sustentable de agua de lluvia*. Obtenido de https://www.academia.edu/4430856/ALTERNATIVAS_PARA_EL_USO_SUSTENTABLE_DE_AGUA_LLUVIA

Inzunza, J. (2006). *Meteorlogía descriptiva*. Obtenido de http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap6_Inzunza_Nubes%20y%20precipitacion.pdf

Minagri. (2016). *Rumbo a un programa nacional de siembra y cosecha de agua: Aportes y reflexiones desde la practica*. Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/publicaciones-recientes/libro-siembra-cosecha.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2004). *Criterios para la selección de opciones técnica y niveles de servicio en sistema de abastecimiento de agua y saneamiento en zona rurales*. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2004). *Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales*. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica /docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2007). *Compendio Normativo de Saneamiento*. Obtenido de http://www3.vivienda.gob.pe/direccio nes/Documentos/CompendioNormativo.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Politica Nacional de Saneamiento*. Obtenido de http://direccionsaneamiento.vivienda.gob.pe/DocumentosSecciones/Libro%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Saneamiento.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2005). *Tecnologías para abastecimiento de agua en poblaciones dispersas*. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/170doc-tecnologias.pdf

Organización mundial de la salud. (2006). *Tratamiento y desinfección de agua para consumo humano por medio de cloro*. Obtenido de http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0214/doc021 4.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2009). *Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico.* Obtenido de http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/9-UsoDomestico.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2009). *Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud.* Obtenido de http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2009). *Tecnologías apropiadas para el suministro de agua en situaciones de emergencia.* Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/coltasas/cap1.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Agua Saneamiento y Salud.* Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/ wsh0207 /es/index1.html

Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Tecnologías para abastecimiento de agua en poblaciones dispersas*. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/170doc-tecnologias.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Guía para el mejoramiento de la calidad del agua a nivel casero*. Obtenido de http://www.bvsde.opsoms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/067%20Gu%C3%ADa%20para%20el%20mejoramiento%20de%20la%20calidad%20del%20agua%20a%20nivel%20casero/guia-mejor_agua_metodocasero.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (2006). *Criterios básicos para la implementación de sistemas de agua y saneamiento en los ámbitos rurales y de pequeñas ciudades.* Obtenido de http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/miscela/criteriosas.pdf

Palacio, N. (2010). *Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa/ María Auxiliadora de Caldas, Antioquia, Antioquía*. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/27534/1/25392-89359-1-PB.pdf

Palacio, N. (2010). *Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María*

Auxiliadora de Caldas, Antioquía. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/27534/1/25392-89359-1-PB.pdf

Phillips, V. (2010). *Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso.* Obtenido de http://licenciatura.iconos.edu.mx/k_angi/nueva/tienda/biblioteca/Manual%20Captacion%20de%20agua%20de%20lluvia.pdf

Sámano, G. (2015). *Viabilidad de los sistemas de captación de agua de lluvia en comunidades rurales.* Obtenido de http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9037/Tesis.pdf?sequence=1

Sistema de Información de Agua y Saneamiento. (Julio de 2018). *Plan Regional de Saneamiento de la Región Ucayali 2018-2021*. Obtenido de http://www.regionucayali.gob.pe/institucional/AP-ENDIS/Enero/PRS_UCAYALI_2018_2021_RESUMEN_EJECUTIVO.pdf

UNATSABAR. (2003). *Especificaciones Técnicas. Captación de agua de lluvia para consumo humano.* Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/etCaptacion_lluvia.pdf.

UNATSABAR. (2004). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*. Obtenido de http://www.bvsde.opsoms.org/bvsacd/cd47/lluvia. pdf.

Villon, M. (2002). *Hidrología*.

Obtenido de https://es.slideshare.net/erickmainar/hidrologa-ingmximo-villn-53473898

ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CC.NN

ENCUESTA PARA ELABORACIÓN DE DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA CC. NN SANTA VELITA DE TABACOA, IPARÍA-UCAYALI

NOMBRES Y APELLIDOS:

……

FAMILIA: ……

I. Generalidades:

1. ¿Cuántas personas viven en tu casa?.....
2. ¿De qué material está construido su techo?.....

II. Hábitos de consumo:

3. ¿Dónde recoge el agua que utiliza para consumo humano?

☐ Quebrada

☐ Pozo

☐ Otro:…….

4. ¿Cuánto tiempo demora en trasladarse hasta su fuente de agua (ida y vuelta)?

……

5. ¿Cuánto tiempo demora para recoger agua?

……..

6. ¿Cuántas veces al día recoge?

……

7. ¿Cuántos y qué tipo de depósito recoge el agua?

……..

8. ¿En qué usas el agua?

☐ Lavar la ropa

☐ cocinar

☐ beber

☐ Aseo personal

☐ Lavar

☐ Otro :

9. ¿Qué tratamiento le das al agua que bebes?

☐ Hiervo
☐ Cloro
☐ Ninguno
☐ Otro: ……

III. Aprovechamiento de agua de lluvia

10. ¿Usa el agua de lluvia?

☐ SI ☐ NO

Si la respuesta es no continuar con la siguiente pregunta:

11. ¿Estaría dispuesto a usarlo a través de un proyecto?

☐ SI ☐ NO

Si la respuesta es sí, continuar con la siguiente pregunta:

12. ¿Por qué estaría dispuesto a usar agua de lluvia?

☐ Para no caminar
☐ Agua limpia
☐ Está en casa
☐ Todas anteriores
☐ Otro: ……

Si la respuesta es no, continuar con la siguiente pregunta:

13. ¿Por qué no estaría dispuesto a usar agua de lluvia?

☐ Tiene contaminación
☐ No es necesario
☐ Cuento con agua suficiente
☐ Otro: ……

ANEXO 2: FORMATO DE INSPECCION Y OBSERVACIÓN.

FORMATO DE INSPECCIÓN Y OBSERVACIÓN

Nombres y apellidos: ……

Familia: ……

Número total de personas/ vivienda: ……

Área de captación de casa

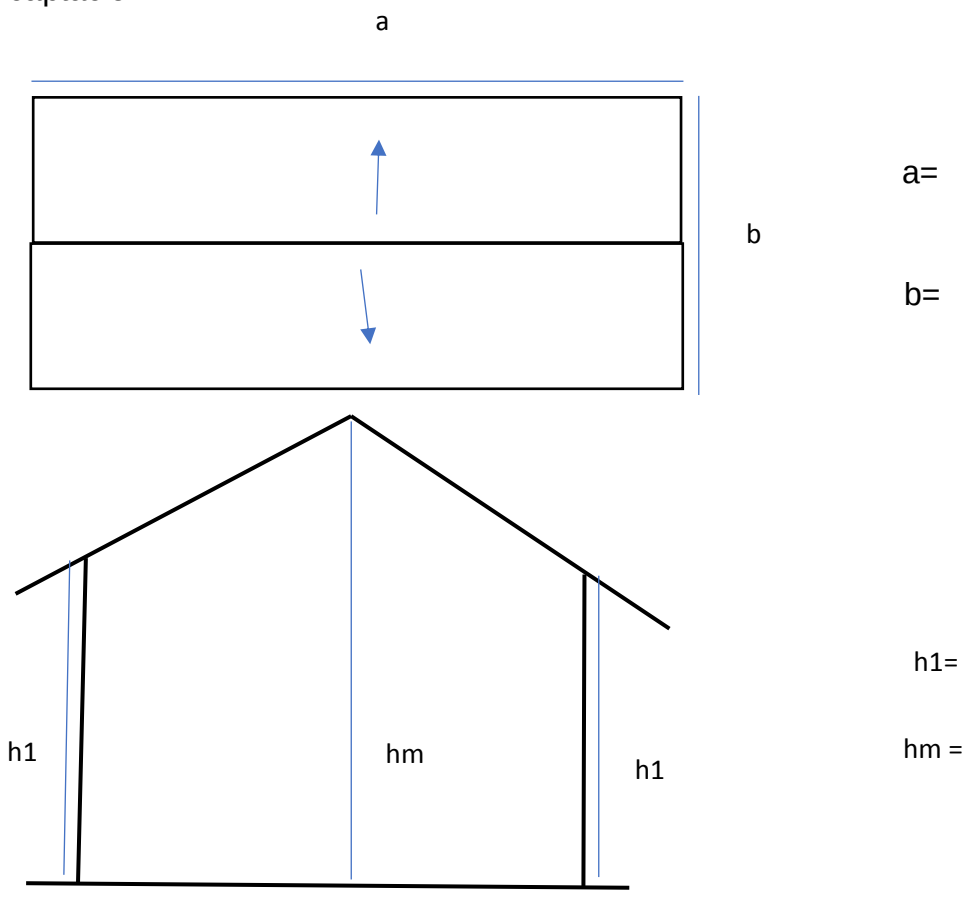
Material de techado	Marca (x)
Calamina	
Shapaja	
Otro	

Si se marcó en el cuadro anterior la alternativa otro, especificar:

……..

Dimensiones Casa

Área de captación



ANEXO 3. FORMATO DE FICHA DE MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA PARA USO DOMESTICO EN LA CC. NN SANTA VELITA DE TABACOA

FICHA DE MONITOREO

N	Uso	Tipo de recipiente	Volumen (Litros)	Observaciones

Distribución de roles para la colecta y acarreo de agua

Encargado	Padre	Madre	Hijos
Veces/día			

Observaciones complementarias:

ANEXO 4. FICHA DE MONITOREO DE LOS SISTEMAS CAPTADORES

Comunidad: ☐

Provincia: ☐

Distrito: ☐

Fecha: ☐

Familia: ☐

1. ¿Cómo está funcionando el sistema de captación desde que se instaló? Marcar una respuesta

☐ Bien
☐ Presenta dificulta; cuál _____
☐ Mal
☐ Otro: _____

Comentario:

_____

_____

2. ¿Ha tenido algún problema con el mantenimiento del sistema de captación? Marcar una respuesta

☐ Ninguna
☐ Mucha dificultad; cuál_____
☐ A veces
☐ Otro:_____

Comentario:

_____

_____

3. Recuerda, ¿Cuáles son las partes del sistema de captación de agua de lluvia? Marcar varias alternativas(X)

☐ Captación (techo).
☐ Lluvia que cae
☐ No recuerda
☐ Recolección y Conducción (canaletas)
☐ Bidón de almacenamiento.

4. Para que usa el agua de lluvia, (Marcar varias alternativas)

☐ Beber
☐ Cocinar
☐ Bañarse
☐ Animales

☐ Lavarse las manos ☐ Lavar la ropa

Otros usos:

_____

_____

5. ¿Desinfecta el agua para su consumo? Si contesta SI, pasar a la pregunta 6.

☐ Si

☐ No, ¿Por qué?_____

6. ¿Cómo desinfecta el agua para su consumo humano (Marcar solo UNA respuesta)

☐ La hiervo después de sacarlo de bidón

☐ Uso cloro

☐ Otro medio: _____

7. Observar a la persona que demuestre cómo usa el sistema de captación de agua de lluvia. Calificar el procedimiento según las pautas establecidas (Marcar con una "X")

Conocimiento y práctica del procedimiento del manejo de sistema de captación de agua lluvia	No maneja	Maneja a medias	Sí maneja
Cerciorarse que la llave de paso esté abierta para el desfogue de las primeras aguas			
Esperar unos 5 minutos aprox. para el lavado de la lona fija (área de captación sobre el techo).			
Cierre la llave de paso para el llenado del bidón de almacenamiento.			
En el rebose, la manguera de ½"usar para el llenado de otros envases disponibles con tapa.			
Terminado la lluvia, tapar la manguera de ½" con el tapón macho de ½".			
Clorar el agua para consumo humano.			
Lavar el bidón de almacenamiento vacío con un desinfectante(lejía) para luego seguir usando en el llenado de agua de lluvia.			

¿Cuál es la principal utilidad que le encuentra al sistema de captación de agua de lluvia?[1]	¿Qué dificultades o problemas se presenta durante el manejo del sistema de captación de agua de lluvia?[2]

[1] Pregunta adaptada de la ficha de monitoreo de "mi Agua Solar". Care Perú. 2017

[2] idem

8. Cuál es su nivel de satisfacción con el uso del sistema de captación de agua de lluvia (Marcar con "X" solo UNA opción e indicar la razón)[3]

	Ninguna satisfacción
	Poca satisfacción
	Mediana satisfacción
	Mucha / total satisfacción
	No sabe / no contesta

¿Por qué razón?

9. Monitoreo del almacenamiento de agua de lluvia.

Monitoreo del almacenamiento de agua de lluvia		Color transparente	Color turbio	Observaciones
1.	**Primera lluvia**			
2.	**Segunda lluvia**			
3.	**Tercera lluvia**			
4.	**Cuarta lluvia**			
5.	**Quinta lluvia**			
6.	**Sexta lluvia**			
7.	**Séptima lluvia**			
8.	**Octava lluvia**			
9.	**Novena lluvia**			
10.	**Decima lluvia**			
11.	**Undécima lluvia**			

Quién respondió la encuesta:

_____

Participantes de la familia durante el monitoreo:

_____

_____

Fecha de registro: / / 2019

[3] Pregunta adaptada de la ficha de monitoreo de "mi Agua Solar". Care Perú. 2017

ANEXO 5. DATOS DE PRECIPITACIÓN(MM/MES) REGISTRADOS POR LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA PUERTO INCA

Tabla 52. Datos de precipitación (mm/mes) registrados por la Estación Meteorológica Puerto Inca, periodo 2006-2015.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2006	307.8	272	408.6	77.6	156.1	96.4	89.9	149	177.2	260.5	486.1	344.3
2007	183.00	432.5	203.2	153.8	134.3	54.8	147.5	26.3	50	204.6	191.7	360.7
2008	453.60	332.7	228.7	140.5	65.8	54,6	27	27.9	137.5	145	125.3	SD
2009	335.30	485.5	322.1	320,7	175.2	142.9	114.6	64.9	70.1	160.2	557.6	210
2010	161.90	293.4	141.6	252.8	85	15.5	213.9	38.5	78.2	252	167	435.5
2011	481.30	541.8	378.3	123.8	131	39.6	136.5	93.2	155.7	212.2	183	393.4
2012	253.10	347.1	227.6	258.5	80	101.9	109.5	2.7	79.6	99.7	116.4	622.1
2013	192.00	251.6	302	186.2	270.3	115.9	30.1	108.5	26.4	191.8	194.9	101.9
2014	344.00	136.6	285.6	146	228.4	132	42.5	100.6	114.4	124	319.4	215.8
2015	294.60	379.9	195.2	238.3	SD	39	110	51.3	208.2	201.4	499.9	152.8

Fuente: Elaboración propia a base de datos proporcionados por SENAMHI.

ANEXO 6. RESULTADOS DEL ANALISIS DEL AGUA DE LLUVIA

Natura Analítica

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 20190328

SOLICITANTE	CARE PERU
R.U.C.	20525163238
RESPONSABLE	Lourdes Elena. Mindreau Zegarra
MUESTRA	**Agua de lluvia**
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	CC.NN SANTA VELITA DE TABACOA-IPARIA
FECHA DE MUESTREO	**Fecha: 02/06/2018**
FORMA Y PRESENTACION	Frasco de vidrio con tapa hermética y frascos de plástico
CANTIDAD RECIBIDA	8 L aprox.
NORMA TECNICA	**D.S. N° 004-2017-MINAM – Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 1-A1/Poblacional y Recreacional.**
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Miguel Fabián F.
FECHA DE INGRESO	04/06/2018
COLECTOR	NATURA ANALITICA
ANALISIS SOLICITADOS	**FISICOQUÍMICO, MICROBIOLOGICO Y PARASITOLOGICO.**
FECHA INICIO DE ENSAYO	04/06/2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	15/06/2018
FECHA EMISION DE RESULTADOS	16/06/2018

RESULTADOS

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO, MICROBIOLOGICO Y PARASITOLOGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	L.M.P.
pH	---	SM 4500*B	6,76	6,5 – 8,5
TEMPERATURA	°C	SM 2550	25,5	Δ 3
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	SM 2510 B	12,5	1 500
TURBIEDAD	UNT	SM 2130 B	0,0	5
COLOR	UCV escala Pt/Co	SM 2120 B	< 5	15
CLORUROS	mg Cl-/l	SM 4500-Cl B	12,3	250
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	SM 2540 B	5	1 000
DUREZA	mg/l	SM 2340 C	35,3	500
SULFATOS	mg/l	SM 375.4	19,0	250
NITRATOS	mg/l	SM 8039	0,2	50
COLIFORMES TOTALES	NMP/100mL	NUMERO MÁS PROBABLE	0,0	50
COLIFORMES FECALES	NMP/100mL	NUMERO MÁS PROBABLE	0,0	20
ESCHERICHIA COLI	NMP/100mL	NUMERO MÁS PROBABLE	0,0	0
HUEVOS DE HELMITOS	N° huevos/ L	Técnica de recuento	0,0	0

MÉTODO: **SMEWW-APHA-AWWA-WEF Ed. 22 2012** / L.M.P. LIMITE MAXIMO PERMISIBLE POR LA NORMA EN MENCIÓN
UCV: UNIDAD DE COLOR VERDADERO
UNT: UNIDAD NEFELOMETRICA DE TURBIEDAD

1 de 1

Natura Analítica S.A.C.
Blgo. Alcides E. Castillo Quezada
Esp. Laboratorio Clínico y Análisis Biológicos
CBP 6174 RNE 0138

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 7: RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA QUEBRADA TABACOA

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 20180627

SOLICITANTE	CARE PERÚ
R.U.C.	20525163238
RESPONSABLE	Lourdes Elena, Mindreau Zegarra
MUESTRA	**Agua Superficial**
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	CC.NN. Bellavista – Iparía – Coronel Portillo – Ucayali.
CÓDIGO DEL CLIENTE	QUEBRADA SANTA VELITA
FECHA DE MUESTREO	**Fecha: 02/06/2018 Hora: 09:10**
CANTIDAD RECIBIDA	3 L aprox.
NORMA TÉCNICA	DS N° 015-2015-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua" - Categoría 1-A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Sub-categoría: A1.
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	04/06/2018
COLECTOR	Natura Analítica
ANÁLISIS SOLICITADOS	**Color, Hierro, Aluminio, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli* y "Huevos y larvas de Helmintos"**
FECHA INICIO DE ENSAYO	04/06/2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	15/06/2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	16/06/2018

RESULTADOS

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	L.M.P.
Metales Totales				
Aluminio Total	mg/L	EPA 200.7.	0,121	0,9
Hierro Total	mg/L	EPA 200.8 (VAL)	0,38	0,3
Fisicoquímico y Organoléptico				
Color	UCV escala Pt/Co	SM 2120 B	20	15

MÉTODO: **SMEWW-APHA-AWWA-WEF Ed. 22 2012**
UCV: UNIDAD DE COLOR VERDADERO
L.M.P. LIMITE MAXIMO PERMISIBLE POR LA NORMA EN MENCIÓN

Análisis microbiológico y parasitológico

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	L.M.P.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	SM 9221*F	79	20
Escherichia coli	NMP/100 mL	SM 9221*F	79	< 1,8 (*)
Huevos y larvas de helmintos	N° org/L	Técnica de recuento microscópico	20	0

MÉTODO: **SMEWW-APHA-AWWA-WEF Ed. 22 2012**
L.M.P. LIMITE MAXIMO PERMISIBLE POR LA NORMA EN MENCIÓN
(*) En caso de analizar por la técnica de NMP por tubos múltiples < 1,8 indica ausencia del microorganismo.

1 de 1

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 8: RESULTADOS DEL ANALISIS DEL POZO ARTESANAL

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661
SECCIÓN II:
ANALISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 20180617

SOLICITANTE	CARE PERÚ
R.U.C.	20525163238
RESPONSABLE	Lourdes Elena, Mindreau Zegarra
MUESTRA	**Agua Subterránea**
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	CC.NN. Bellavista – Iparia – Coronel Portillo – Ucayali.
CÓDIGO DEL CLIENTE	POZO SANTA VELITA
FECHA DE MUESTREO	**Fecha: 02/06/2018 Hora: 09:04**
CANTIDAD RECIBIDA	3 L aprox.
NORMA TÉCNICA	DS N° 031-2010 Reglamento de la calidad del agua para consumo Humano.
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	04/06/2018
COLECTOR	Natura Analítica
ANÁLISIS SOLICITADOS	**Color, Hierro, Aluminio, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli* y "Huevos y larvas de Helmintos"**
FECHA INICIO DE ENSAYO	04/06/2018
FECHA TERMINO DE ENSAYO	15/06/2018
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	16/06/2018

RESULTADOS

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	L.M.P.
Metales Totales				
Aluminio Total	mg/L	EPA 200.7.	0,050	0,2
Hierro Total	mg/L	EPA 200.8 (VAL)	0,35	0,3
Fisicoquímico y Organoléptico				
Color	UCV escala Pt/Co	SM 2120 B	< 5	15

MÉTODO: **SMEWW-APHA-AWWA-WEF Ed. 22 2012**
UCV: UNIDAD DE COLOR VERDADERO
L.M.P. LIMITE MAXIMO PERMISIBLE POR LA NORMA EN MENCIÓN

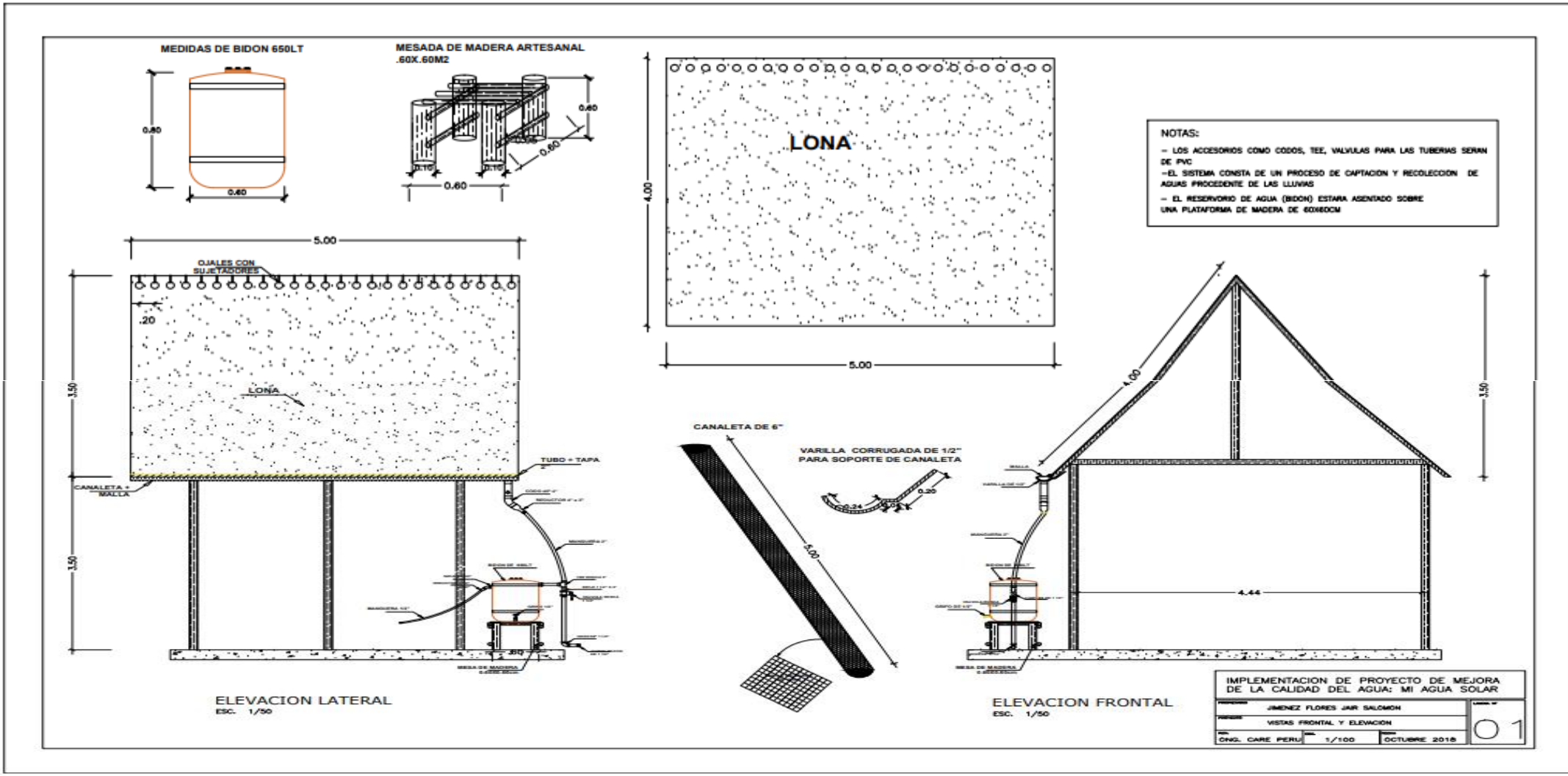
Análisis microbiológico y parasitológico

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO	L.M.P.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	SM 9221*F	33	< 1,8 (*)
Escherichia coli	NMP/100 mL	SM 9221*F	33	< 1,8 (*)
Huevos y larvas de helmintos	N° org/L	Técnica de recuento microscópico	0	0

MÉTODO: **SMEWW-APHA-AWWA-WEF Ed. 22 2012**
L.M.P. LIMITE MAXIMO PERMISIBLE POR LA NORMA EN MENCIÓN
(*) En caso de analizar por la técnica de NMP por tubos múltiples < 1,8 indica ausencia del microorganismo.

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

ANEXO 9: PLANO DEL DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO



ANEXO 10: 3D DEL DISEÑO DE SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO



ANEXO 11: MUESTREO PARA EL ANALISIS POZO ARTESANAL, LLUVIA Y QUEBRADA.



Fotografía 1. Ingreso al pozo artesanal



Fotografía 2. Toma de muestra -Pozo artesanal



Fotografía 3. Toma de muestra de agua de lluvia.



Fotografía 4. Quebrada Huacashiría para la toma de muestra



Fotografía 5. Relleno de la cadena de custodia

ANEXO 12. PROCESO DE LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS CAPTADORES DE AGUA DE LLUVIA.



Fotografía 6. La lona PVC, material que será utilizado sobre el techo de shapaja.



Fotografía 7. Colocación del tubo PVC a la lona como parte del diseño del sistema.



Fotografía 8. Amarre de escalera para subir al techo y colocar la lona.



Fotografía 9. Subida al techo para acomodar la lona en toda la superficie del techo.



Fotografía 10. personal de campo pasando al otro extremo sobre la cumbrera a fin de extender la carpa lona.



Fotografía 11. Uniformizando la carpa lona con el techo de shapaja.



Fotografía 12. Fijación mediante el amarre en la cumbrera con alambre dulce por los ojales de aluminio de la carpa lona.



Fotografía 13. Corte de las hojas de shapaja para colocar luego la canaleta metálica.



Fotografía 14. Vista panorámica del Área de captación con la lona PVC.



Fotografía 15. Aplicación de la remachadora y uso de remaches para la unión de 3 piezas de canaletas.



Fotografía 16. Aplicación de silicona Soudaflex para el sello de aberturas de las canaletas.



Fotografía 17. Luego se desenvuelve la malla metálica para la colocación como protección de la canaleta.



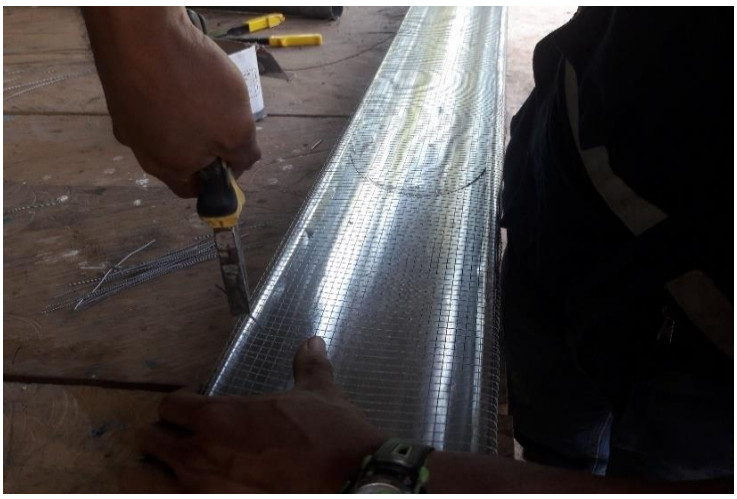
Fotografía 18. Se extiende uniformemente la malla sobre la canaleta como protección a las ramas, hojas,etc.



Fotografía 19. Amoldamiento de la malla con respecto a la canaleta con los dedos de la mano.



Fotografía 20. Colocación de los alambres dimensionados para asegurar la malla metálica en la canaleta.



Fotografía 21. Doblado de los alambres mediante alicate, herramienta de gran utilidad para este proceso.



Fotografía 22. Se observa que los alambres quedan de esta manera para la protección de la malla con la canaleta metálica.



Fotografía 23. Elaboración de palos para acoplar los ganchos que soportan a la canaleta metálica.



Fotografía 24. Se observa el clavado de los ganchos con los palos de medida de 1,50 metros.



Fotografía 25. Colocación de los ganchos justo a la caída de la carpa lona, que será puesto antes de la canaleta metálica.



Fotografía 26. Instalación culminada de la canaleta con su pendiente junto a la lona PVC.



Fotografía 27. Construcción de la base artesanal del bidón de almacenamiento.



Fotografía 28. Generación de agujeros para el acople de los accesorios de agua (Niples de 1 ½”).



Fotografía 29. Agujero para el acople del grifo jardinero 60º de ½”.



Fotografía 30. Sellado del grifo jardinero con silicona Soudaflex para evitar fugas de agua.



Fotografía 31. Acople de la manguera verde de 2” con el tubo de bajada de la canaleta.



Fotografía 32. Llave de paso (color rojo), para el desfogue de las primeras aguas y llenado del bidón.



Fotografía 33. Generando un canal para el desfogue de las primeras aguas.



Fotografía 34. Acople de un tapón macho de 1 ½” al agujero del desfogue, se procedió a generar agujeros pequeños para evitar la entrada de animales como insectos, reptiles, etc y la salida de las primeras aguas.



Fotografía 35. Instalación de uno de los 14 sistemas captadores de agua de lluvia de la familia Aldunate Lomas.

ANEXO 13. MONITOREO DEL NIVEL DE ADOPCION(USO) DE LOS SISTEMAS CAPTADORES



Fotografía 36. Aplicando la ficha de monitoreo del sistema captador de agua de lluvia a la



Fotografía 37. Aplicando la ficha de monitoreo del sistema captador de agua de lluvia a la familia Márquez Ruiz.



Fotografía 38. Sistema captador de agua de lluvia de la familia Aldunate Lomas.



Fotografía 39. Sistema de captación de agua de lluvia de la familia Tapullima Pilco.



Fotografía 40. Sistema de captación de agua de lluvia del señor Daniel Ihuaraqui.



Fotografía 41. Aplicando la ficha de monitoreo a la familia Vásquez Perdiz.



Fotografía 42. Demostrando el manejo del sistema captador de agua de lluvia por la familia Izquierdo Arimuya.



Fotografía 43. Demostrando el señor Agustín Pezo sobre el buen manejo del sistema captador de agua de lluvia.



Fotografía 44. Sigue en uso el sistema captador de lluvia de la Familia Pilco Majipo.



Fotografía 45. Enseñando el manejo del hipoclorito de sodio (lejía) a la familia Vásquez Pinedo.



Fotografía 46. Fortaleciendo en la O&M a la familia Vara Rodríguez



Fotografía 47. Fortalecimiento en O&M a la familia Yai Lomas.



Fotografía 48. En desuso del sistema captador de lluvia en la familia Serruche Isuiza



Fotografía 49. En desuso del sistema captador de lluvia en la familia Casternoque