

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN
DISEÑO DE SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE
LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO EN LA COMUNIDAD
AWAJUN DE JUUM DEL DISTRITO DE IMAZA,
PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE
AMAZONAS, 2017**

Autora:

Bach. Geidy Yecenia Jiménez Yoplac

Asesor:

M.Sc. Wagner Guzmán Castillo

CHACHAPOYAS - PERÚ

2018

Dedicatoria

Esta investigación se la dedico a mi Padre Dios, mis padres Segundo Simón Jiménez Chavez y María Crecilia Yoplac Reyes, a mis hermanos: Marlith, Lleseli, Orlando, Jorsey, Cecilia, Katerine Micaela y Alexandra Zarely. Por su apoyo incondicional, consejos y ánimos para lograr finalizar exitosamente la presente investigación.

Agradecimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento a:

Dios, en primer lugar, por su infinito amor, por guiar mi vida, por darme las fuerzas necesarias para superar cada reto y por darle sentido a mi vida cada día.

A mis padres y hermanos, por su apoyo constante, por ser ejemplo de perseverancia, fe, amor y enseñarme el verdadero valor de una familia.

Al Programa Beca 18. Por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de pregrado. Y al equipo responsable del Programa Beca 18, por cada uno de sus consejos, cariño y hacerme sentir parte de una misma familia.

La Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas, por haberme brindado las herramientas básicas en mi formación profesional. Permitiéndome cambiar de rumbo a mi vida.

Al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) del INDES-CES (Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva), por el apoyo brindado para el análisis de las muestras de agua.

A mi asesor, el M.Sc. Wagner Guzmán Castillo, docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, por sus valiosas enseñanzas y orientaciones durante la fase de diseño, ejecución y redacción de este trabajo.

A los Señores miembros del jurado; Lic. José Luis Quispe Osorio, M.Sc. Elí Pariente Mondragón y M.Sc. Jaris Emmanuel Veneros Guevara. Por su contribución para que esta investigación sea realizada correctamente.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, especialmente a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por ser parte de mi formación académica y profesional.

A los pobladores de la Comunidad Nativa de Juum por su colaboración en la realización de esta investigación.

Cada una de las personas que de una u otra manera han contribuido en el desarrollo de la presente investigación.

Autoridades de la UNTRM

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dra. Flor Teresa García Huamán

Vicerrector de Investigación

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Decano de la Facultad

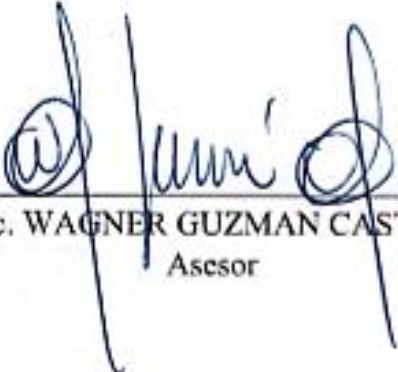
Visto Bueno del Asesor de la Tesis

El profesional catedrático de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la ejecución de la tesis titulada “Evaluación técnica y económica del diseño de un sistema de aprovechamiento de lluvia para uso doméstico en la Comunidad Awajun de Juum del Distrito de Imaza, Provincia de Bagua, Departamento de Amazonas, 2017”, del tesista bachiller en Ingeniería Ambiental de la UNTRM:

- Geidy Yecenia Jiménez Yoplac.


El profesional que suscribe, da el Visto Bueno al Informe de Tesis mencionado, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 15 de octubre del 2018




M.Sc. WAGNER GUZMAN CASTILLO
Asesor


Jurado Evaluador



Lic. JOSÉ LUIS QUISPE OSORIO
Presidente



M.Sc. ELI PARIENTE MONDRAGÓN
Secretario



M.Sc. JARIS EMMANUEL VENEROS GUEVARA
Vocal

Declaración Jurada de no Plagio

Yo, Geidy Yecenia Jiménez Yoplac, identificada con DNI N° 74377822, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la tesis titulada: Evaluación técnica y económica de un diseño del sistema de aprovechamiento de lluvia para uso doméstico en la Comunidad Awajun de Juum del distrito de Imaza, provincia de Bagua, departamento de Amazonas, 2017. Que presento para obtener el Título Profesional de Ingeniería Ambiental
2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 15 de octubre del 2018.



Firma de la tesista



ANEXO 3-N

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 16 de octubre del año 2018, siendo las 6:00 pm horas, el aspirante Geidy Yecenia Jiménes Yoplac defiende en sesión pública la Tesis titulada: Evaluación técnica y económica de un diseño de sistema de aprovechamiento de lluvia para uso doméstico en la comunidad Awajun de Jum del distrito de Imaza, provincia de Baza, departamento de Amazonas, 2017

para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Lic. José Luis Guispe Osorio

Secretario: M.Sc. Eli Ponce Mendocino

Vocal: M.Sc. José E. Venegas Guerrero

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado ()

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 8:30 pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

Ely M.

SECRETARIO

[Firma]
VOCAL

[Firma]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES: _____

Índice

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
Autoridades de la UNTRM	iii
Visto Bueno del Asesor de la Tesis	iv
Jurado Evaluador	v
Declaración Jurada de no Plagio	vi
Índice	vi
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras	xiii
Resumen	xv
Abstract.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes bibliográficos	2
1.2. Bases teóricas	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1. Población y muestra	18
2.2. Métodos.....	18
2.3. Técnicas.....	18
2.4. Instrumentos	18
2.5. Ubicación de la zona de estudio.....	18
2.6. Trabajo de campo	21
2.7. Trabajo en gabinete	21
III. RESULTADOS	31
3.1. Procesamiento de datos de campo.....	31
3.1.1. Resultados de la encuesta	31
3.1.2. Reconocimiento in situ	35

3.1.3. Resultados del monitoreo	35
3.2. Determinación de la demanda de agua para uso doméstico en la comunidad Awajun de Juum.....	36
3.3. Determinación de la oferta hídrica	37
3.4. Elaboración del diseño del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia.	38
3.5. Evaluación de la viabilidad técnica y económica del diseño propuesto	47
IV. DISCUSIÓN.....	63
V. CONCLUSIONES	65
VI. RECOMENDACIONES	66
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Coeficiente de esorrentía	8
Tabla 2. Dotación de agua por actividad	12
Tabla 3. Dotación de agua para medios rurales en función de la zona.....	12
Tabla 4. Dotación de agua para sistemas no convencionales	12
Tabla 5. Dotación para necesidades mínimas de agua para supervivencia y mediano plazo	13
Tabla 6. Cantidad de cloro líquido a dosificar por litro de agua	16
Tabla 7. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.....	17
Tabla 8. Característica de la canaleta	23
Tabla 9. Accesorios a considerar para la instalación del interceptor de primeras lluvias	23
Tabla 10. Ingreso promedio mensual proveniente del trabajo de la población ocupada según género y área de residencia, 2007 – 2016	27
Tabla 11. Número de habitantes por vivienda	31
Tabla 12. Material del techo de la cocina	31
Tabla 13. Fuente actual de agua para uso	32
Tabla 14. Veces de recogida de agua por unidad familiar (Veces/día)	33
Tabla 15. Tipo de recipiente usado para recoger y almacenar agua por unidad familiar .	33
Tabla 16. Uso actual del agua acarreada por la población	34
Tabla 17. Disposición a usar el agua de lluvia	34
Tabla 18. Razón por la cual usaría el agua de lluvia	35
Tabla 19. Resultado del monitoreo de consumo de agua para uso doméstico	35
Tabla 20. Distribución de roles en la familia para la colecta y acarreo de agua	36
Tabla 21. Consumo de agua traída desde la fuente en lppd.....	36
Tabla 22. Dotación actual de agua para usos domésticos en la Comunidad Awajun de Juum	36
Tabla 23. Precipitación promedio mensual	37
Tabla 24. Componentes del sistema de conducción	38
Tabla 25. Detalles del sistema de filtración.....	39
Tabla 26. Volumen de la oferta de agua de lluvia aprovechable.....	40
Tabla 27. Oferta mensual de agua para vivienda estándar	41
Tabla 28. Demanda mensual de agua	41

Tabla 29. Cálculo de la demanda mensual acumulada	42
Tabla 30. Cálculo del acumulado mensual de lluvia para el abastecimiento	43
Tabla 31. Diferencias acumulativas de oferta y demanda de cada uno de los meses	43
Tabla 32. Diferencias acumulativas de oferta y demanda de agua para una dotación de 40 lppd	44
Tabla 33. Diferencias acumulativas de oferta y demanda de agua para una dotación de 38 lppd	45
Tabla 34. Cálculo del volumen del tanque para una dotación de 38 lppd	45
Tabla 35. Dimensiones del tanque de almacenamiento	46
Tabla 36. Determinación de la factibilidad técnica del diseño	48
Tabla 37. Fase de preinversión	48
Tabla 38. Fase de inversión, Costos para la instalación	49
Tabla 39. Fase de post inversión: Costos de operación y mantenimiento para un horizonte de 10 años	56
Tabla 40. Costo de recursos disponibles y no disponibles para la instalación, operación y mantenimiento del diseño del sistema de captación de agua de lluvia para un horizonte de 10 años	58
Tabla 41. Tiempo dedicado al acarreo por día por familia	59
Tabla 42. Costo total de colecta y acarreo promedio por familia (soles/mes)	59
Tabla 43. Incremento del consumo de agua por persona debido a la mayor disponibilidad de éste recurso.	60
Tabla 44. Consolidado de beneficios de la zona de estudio	60
Tabla 45. Cálculo del VAN y TIR	62
Tabla 46. Datos de precipitación (mm/mes) registrados por la Estación Meteorológica Chiriaco, periodo 1995 – 2007.	77
Tabla 47. Datos de precipitación (mm/mes) registrados por la Estación Meteorológica Chiriaco, periodo 2008 – 2017.	78
Tabla 48. Incidencia de enfermedades en el distrito de Imaza, provincia de Bagua, departamento de Amazonas	80
Tabla 49. Oferta actual del agua en la Comunidad Awajun de Juum	81
Tabla 50. Características del techo de una vivienda estandar en la Comunidad Awajun de Juum	84
Tabla 51. Actividades para el mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia	91

Tabla 52. Actividades para el mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia	92
Tabla 53. Costo de oportunidad considerando el ingreso promedio mensual (soles) proveniente del trabajo por grupos sociales de lengua nativa en el ámbito rural, 2004, 2008 y 2012.	92
Tabla 54. Ingreso promedio mensual proveniente del trabajo de la población ocupada según género y área de residencia, 2007 – 2016	93
Tabla 55. Coste monetario del tiempo promedio por hogar para hombres y mujeres en zonas rurales de lengua nativa.	93

Índice de Figuras

Figura 1. Sistemas convencionales de bajo costo, África.	2
Figura 2. Cisterna de polietileno instalado en el semiárido brasilero.....	3
Figura 3. Tanques de almacenamiento de agua construidos a base de madera.....	4
Figura 4. Tanque de geomembrana	5
Figura 5. Componentes de un sistema de captación de agua pluvial.	8
Figura 6. Filtro de hojas	9
Figura 7. Malla de retención.....	9
Figura 8. Separador de sólidos grandes.....	10
Figura 9. Interceptor de primeras aguas	11
Figura 10. Diseño estructural del tanque de almacenamiento a base de madera.	15
Figura 11. Filtro casero CARPOM.....	16
Figura 12. Distribución de las viviendas y quebradas en la Comunidad Awajun de Juum	19
Figura 13. Distribución de las viviendas y quebradas en la Comunidad Awajun de Juum	20
Figura 14. Tiempo de traslado de la vivienda a la fuente de agua (minutos).....	32
Figura 15. Tiempo requerido para colecta de agua (minutos).....	32
Figura 16. Aprovechamiento actual del agua de lluvia.	34
Figura 17. Precipitación promedio mensual histórica (1955 - 2017).	38
Figura 18. Sistema de conducción.....	39
Figura 19. Interceptor de primeras lluvias.....	40
Figura 20. Interceptor de primeras lluvias.....	47
Figura 21. Población joven de la Comunidad Awajun de Juum	79
Figura 22. Manantial de la Comunidad de Juum.....	81
Figura 23. Primera fuente de agua.....	81
Figura 24. Segunda fuente de agua.....	81
Figura 25. Tercera fuente de agua.	81
Figura 26. Cálculo del caudal de la quebrada	81
Figura 27. Plátano. <i>Musa paradisiaca</i>	82
Figura 28. Cocona. <i>Solanum sessiliflorum</i>	82
Figura 29. Caña de azúcar. <i>Saccharum officinarum</i>	82
Figura 30. Letrinas usadas en la Comunidad Awajun de Juum.	83

Figura 31. Vivienda estándar en la Comunidad Awajun de Juum	84
Figura 32. Canaleta de bambú usadas por la Comunidad Awajun de Juum, 2017.	84
Figura 33. Técnica de filtración practicada en la Comunidad Awajun de Juum.....	85
Figura 34. Recipientes usados para la recolección y almacenamiento de agua en la Comunidad Awajun de Juum	85
Figura 35. Aprovechamiento del agua de lluvia para lavar utensilios de cocina.	86
Figura 36. Aprovechamiento del agua de lluvia para beber.	86
Figura 37. Recolección usando un plástico.	86
Figura 38. Recolección usando planchas de calamina	86
Figura 39. Recolección desde el final de la canaleta.....	86
Figura 40. Participación de la población en la elaboración de las alternativas para el diseño del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia.	86
Figura 41. Resultados de análisis físico químico y microbiológico de agua de lluvia con 3 meses de almacenamiento	87
Figura 42. Resultados de análisis físico químico y microbiológico de agua de lluvia con 3 meses de almacenamiento	88
Figura 43. Resultados de análisis físico químico y microbiológico de agua de lluvia con 4 días de almacenamiento.....	89
Figura 44. Plano del diseño de sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico.....	90

Resumen

La población en estudio carece de abastecimiento de agua tratada y consumen agua de quebradas contaminadas que les causa enfermedades gastrointestinales. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar técnica y económicamente un diseño de sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico en la Comunidad Awajun de Juum del Distrito de Imaza, Provincia de Bagua como una alternativa de solución a los problemas consecuentes a consumir agua de quebradas contaminadas. Para evaluar el diseño técnicamente, se analizó la demanda de agua y la oferta de lluvia, el primero se realizó con la aplicación de una encuesta piloto, una encuesta definitiva y observando las prácticas convencionales de uso del agua en la vivienda, para el segundo se emplearon datos históricos de precipitación de la Estación Meteorológica Chiriaco. En base a los datos obtenidos anteriormente se diseñó un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia bajo la metodología SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial de Techo). La evaluación económica consistió en cuantificar los beneficios y estimar los costos del sistema desde la fase de pre-inversión, inversión y post-inversión con dimensiones definidas según las necesidades evidenciadas y posteriormente se determinó la relación B/C en 1.85, VAN en 260.60 soles y la TIR de 2%. En función a lo analizado se concluyó que el diseño es técnica y económicamente viable.

Palabras claves: Evaluación técnica, evaluación económica, sistema, agua de lluvia, uso doméstico.

Abstract

The population under study has no water supply and consumes water from polluted streams that cause gastrointestinal diseases. The objective of this research was to evaluate, technically and economically, a rainwater system design for domestic use in the Awajun de Juum Community of Imaza District, Bagua Province, as a solution to the problems of consuming water from streams polluted. To evaluate the design technically, the demand for water and the supply of rain were analyzed, the first was carried out with the application of a pilot survey, a definitive survey and observing the conventional practices of water use in housing, for the second we used the historical precipitation data of the Chiriaco Meteorological Station. Based on the data obtained previously, a rainwater harvesting system was designed under the SCAPT (Rainwater Roof Collection System) methodology. The economic evaluation consisted of quantifying the benefits and estimating the costs of the system from the pre-investment, investment and post-investment phase with defined dimensions according to the evidenced needs and subsequently the B / C ratio was determined at 1.85, VAN at 260.60 soles and the IRR of 2%. Based on the analysis, it was concluded that the design is technically and economically viable.

Keywords: Technical evaluation, economic evaluation, system, rainwater, domestic use.

I. INTRODUCCIÓN

Existe una variedad de estudios realizados acerca de Sistemas de captación de agua de lluvia en techos o más conocidos como SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos) o SCALL (Sistema de Captación de Lluvia). Muchos diseños ya han sido implementados en diferentes lugares alrededor del mundo desde tecnologías bastante económicas como otras más sofisticadas que requieren de grandes inversiones. Estos sistemas suelen ser una buena alternativa para atender necesidades de agua en cantidad y calidad, con ello prevenir y combatir enfermedades gastrointestinales provocadas por la mala calidad del agua que afectan cada año a más de 1 000 millones de habitantes, principalmente a los niños menores de 5 años. Los niños nacidos en familias indígenas a menudo viven en zonas alejadas, donde los gobiernos no invierten en servicios sociales básicos (Foro Permanente de las Naciones Unidas para las Cuestiones Indígenas, 2005). En la Provincia de Bagua, la gran mayoría de las comunidades nativas 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. Uno de los objetivos de la Política de saneamiento es atender a la población sin acceso a los servicios y de manera prioritaria a la de escasos recursos, incorporando el servicio al 100 % de peruanos del ámbito rural al año 2030. Priorizando el acceso a la población sin servicio y con altos niveles de pobreza (Política de saneamiento, 2017). Por ello, con esta investigación se estimó la viabilidad técnica y económica del diseño de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico en la Comunidad Awajun de Juum del Distrito de Imaza, Provincia de Bagua como una alternativa frente a la problemática de la disponibilidad de agua para uso doméstico tanto en cantidad como en calidad.

1.1. Antecedentes bibliográficos

a) Internacional

En Tailandia, se almacena el agua lluvia proveniente del escurrimiento de los techos en vasijas de arcilla. Las vasijas se elaboran para diferentes volúmenes, desde 1.000 hasta 3.000 litros y están equipadas con tapa, grifo y un dispositivo de drenaje. El tamaño más popular es 2.000 litros, esta vasija tiene un costo de US\$ 20 y puede suministrar agua lluvia suficiente para una casa con seis personas durante el periodo seco. Éste es un sistema apropiado y económico para obtener agua de alta calidad (Ballén, Galarza y Ortiz, 2006).



Figura 1. Sistemas convencionales de bajo costo, África.

Una casa típica en Texas tiene un área de 200 m² de cubierta y puede producir más de 150 000 litros de agua al año con una precipitación anual media de 850 mm. El costo de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia depende básicamente del tamaño de la cisterna de almacenamiento, el sistema para una casa puede costar entre US\$ 5,000 y US\$ 8,000 (año 2000), incluyendo los canales y tuberías para conducir el agua a la cisterna, el costo de la cisterna, la bomba y el sistema de tratamiento (Ballén *et al.*, 2006).

En Toronto, se han implementado sistemas de aprovechamiento de agua lluvia para consumo humano, éste se suministra por medio de un sistema de canales que conducen el agua lluvia hacia un tanque de almacenamiento donde se le adiciona cal, esta es utilizada para reducir la acidez del agua y darle un sabor fresco, posteriormente el agua pasa a través de un filtro de arena fina y carbón activado para remover todas las

impurezas y por último es sometida a un proceso de desinfección mediante luz ultravioleta (Ballén *et al.*, 2006).

Silva & Porto (1982) citado en Batista *et al.* (2012), menciona que en el semiárido brasileiro se desarrolló sistemas de captación y almacenamiento de agua en cisternas de 16 mil litros de agua, capaz de atender a una familia de 5 personas (beber, cocinar) por un periodo de estiaje de 8 meses, con una estimación de 10 lppd.



Figura 2. Cisterna de polietileno instalado en el semiárido brasileiro.

El Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI) en México ha diseñado y construido el prototipo COLPOS 1, éste es un sistema para uso doméstico. Se diseñó para sostener a una sola familia y cuenta con una cisterna de 73 m³. Este sistema está destinado a suministrar de agua potable y purificada a cuatro personas, sobre la base de un consumo de 100 lppd. El área de la superficie de captación para este modelo es de 120 m² y la precipitación anual se calculó en 610 mm. El costo total para la construcción de este proyecto se estimó en \$ 49,400 el cual incluye la captación, conducción, filtración, almacenamiento, tanque elevado y sistema de distribución (Ávila, 2013).

García (2012), en su investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a nivel doméstico para el Ecobarrio de Santa Rosa Xochiac en la Ciudad de México, determinó que para un techo de 100 m² de superficie de captación y una capacidad de almacenamiento de 5 m³ se podría abastecer una vivienda con hasta un 63% de su demanda total anual. El sistema propuesto consta de un separador de primera lluvia, filtro separador de sólidos grandes, tubería de

conducción a la cisterna, un filtro de sólidos y de carbón activado a presión, todo por un costo que varía entre \$ 4 000 y los \$6 000 MN e incluye la mano de obra de la instalación. Por lo que, se concluyó que implementar el Sistema de captación y aprovechamiento pluvial doméstico es viable en sentido técnico y económico. El retorno de inversión sería de uno o dos años. Este sistema toma en cuenta el tratamiento primario y secundario. En cuanto a la calidad del agua de lluvia está cumplió con la Norma Mexicana en los siguientes parámetros: turbiedad, sólidos disueltos totales, sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-), cloruro (Cl^-), sodio (Na^+) y coliformes fecales.

En Colombia se realizó una investigación cuyo objetivo fue diseñar un sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, de fácil implementación y mantenimiento para una vivienda en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal, con el fin de suplir las necesidades esenciales en sanitarios y aseo doméstico. En esta área de estudio la precipitación promedio anual es de 1191.17 m^3 . La metodología utilizada para el diseño del sistema fue la planteada por CEPIS. El diseño comprende un área de techo de 26.04 m^2 , la unidad de almacenamiento un tanque de PVC de 1 000 litros con filtro para suplir una demanda de 4 lppd. La evaluación económica indica que la implementación del sistema constaría \$1.385.376 pesos y habría un ahorro por consumo de agua potable de \$. 17.543 (Benavides y Fernando, 2017).

Phillips (2010), presenta un tanque de madera, ésta mantiene el agua a una temperatura agradable en verano y la protege de congelarse en invierno; son desmoldables y móviles. La desventaja es que deben instalarse a una altura determinada sobre el suelo para su mayor duración (Ver Figura 3).



Figura 3. Tanques de almacenamiento de agua contruidos a base de madera.



Figura 4. Tanque construido con armazón de malla metálica y recubierta con geomembrana

Otra opción de depósitos son los tanques de plástico que, según la demanda, pueden ir complementarios hasta lograr el volumen final (Basán, 2011).

b) Nacional:

En San Martín, los investigadores Fachín y Panduro (2005), evaluaron el aprovechamiento de agua de lluvia como complemento del abastecimiento de agua para uso doméstico en el ámbito urbano y rural de la zona Alto Mayo. Para ello se evaluó un modelo alternativo: Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos (SCAPT). En la que se concluyó que en zona urbana la demanda de agua es de 89.0 lppd y en zona rural es de 19.6 lppd, y al implementar el sistema se eleva a 125.82 lppd y 56.41 lppd respectivamente. Además, se concluyó que el sistema de microcaptación de agua de lluvia para consumo humano es viable sólo para zonas rurales o urbano marginales con niveles de precipitación pluviométrica que hagan posible el adecuado abastecimiento de agua de la población. Por otro lado, se analizó económicamente el sistema y se determinó su viabilidad en la zona rural pero no en la zona urbana.

En Cajamarca, en la ciudad de Celendín Hernández (2014) evaluó un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable en el caserío La Florida, Huasmin. En esta investigación se concluyó que con la implementación de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia se logra abastecer de agua potable durante todos los meses del año a las 15 familias del caserío la florida con dotaciones que se encuentran dentro de los parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales (20 litros/familia-día y valores menores a 20 lppd).

En Junín, en la ciudad de Morococha, provincia de Yauli, se realizó una investigación en la que se analizó la conveniencia de utilizar un medio alternativo de abastecimiento de agua para zonas residenciales, como la captación de aguas pluviales para ser usadas directamente en las viviendas de manera que se genere un abastecimiento sostenible, en ella se concluyó que los sistemas de abastecimiento a través de agua de lluvia son en realidad factibles en algunas zonas donde la precipitación es considerable, donde las personas pueden abastecerse completamente con agua de lluvias y que su poco uso hoy en día se debe únicamente a que la facilidad de abastecerse a través de aguas superficiales frenó el desarrollo de las tecnologías en cuanto a captación pluvial (León, 2016).

En Puno, se realizó la investigación “Evaluación, análisis y diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en Molino – Juli, Puno”, cuyo objetivo fue evaluar un diseño de captación de agua de lluvia que consta de captación, conducción, filtrado, almacenamiento y disposición para abastecer de agua potable a una familia de 4 personas con un consumo per cápita de 50 lppd. Este sistema garantizó agua de buena calidad para el consumo doméstico en las viviendas rurales en Molino – Juli. Los resultados de la investigación indican que la demanda de agua anual para una familia de 04 personas es de 73 m³/año. La oferta de la precipitación neta durante los meses de lluvias alcanza 721.44 mm. Respecto al diseño de captación se ha considerado dos techos de 120 m² y un tanque cisterna de 50.5 m³ de la población muestra. En cuanto a la inversión económica no se requiere de mayor inversión porque es de fácil aplicación, empleo de mano de obra, y materiales existentes en la zona que disminuye costos de construcción (Chalco, 2016).

c) Regional

A la fecha, no se cuenta con antecedentes relacionados al problema estudiado, siendo la presente investigación pionera en el Departamento de Amazonas. Se espera que el presente trabajo despierte el interés por investigar sobre sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia en los próximos años.

En las diversas investigaciones realizadas hasta la fecha, se ha identificado que hay diseños que son técnicamente viables, pero económicamente no, asimismo hay otras que para ser viables técnicamente fueron destinadas para ciertos usos y otros diseños que resultan ser de bajo costo pero que no determinan agua con la calidad necesaria para el consumo humano. Estas grandes diferencias en los resultados se explican a que los diseños dependen mucho de la precipitación en la zona de estudio, la demanda de agua

que se pretende cubrir, los costos en los materiales utilizados para su implementación, además de los niveles económicos con que cuente la población en estudio. Por ello, un diseño que es viable técnica y económicamente para una zona en el mundo no necesariamente lo será para otro. De aquí, la importancia de esta tesis, ya que presenta la evaluación técnica y económica de un diseño de sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico en una Comunidad Awajun, cuyas realidades en oferta, demanda de agua y condición económica de la población es única en el mundo.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Sistemas de captación de agua de lluvia

La Organización Panamericana de la Salud (2006) indica que, para poblaciones dispersas con menos de 200 habitantes, como es el caso de la Comunidad Awajun de Juum: “se dificulta la adopción de tecnologías convencionales para el saneamiento básico, por lo que, las tecnologías no convencionales pueden brindar un nivel adecuado de servicios de agua a los pobladores”.

La captación de agua de lluvia es una tecnología no convencional de obtención de agua para consumo humano y/o uso agrícola. Agüero (1997) menciona que: “Se emplea cuando no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad, la capacidad de almacenaje depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico.

En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se debe utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos). Este modelo minimiza la contaminación del agua (CEPIS, 2004).

UNATSABAR (2003), recomienda los siguientes aspectos a considerar para cada caso: (a) Número de personas beneficiadas, (b) Demanda de agua, (c) Precipitación en la zona, se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años, y (d) Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.

De acuerdo a UNATSABAR (2004), el sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos: a) captación, b) recolección y conducción, c) interceptor, y d) almacenamiento (Ver *Figura 6*).

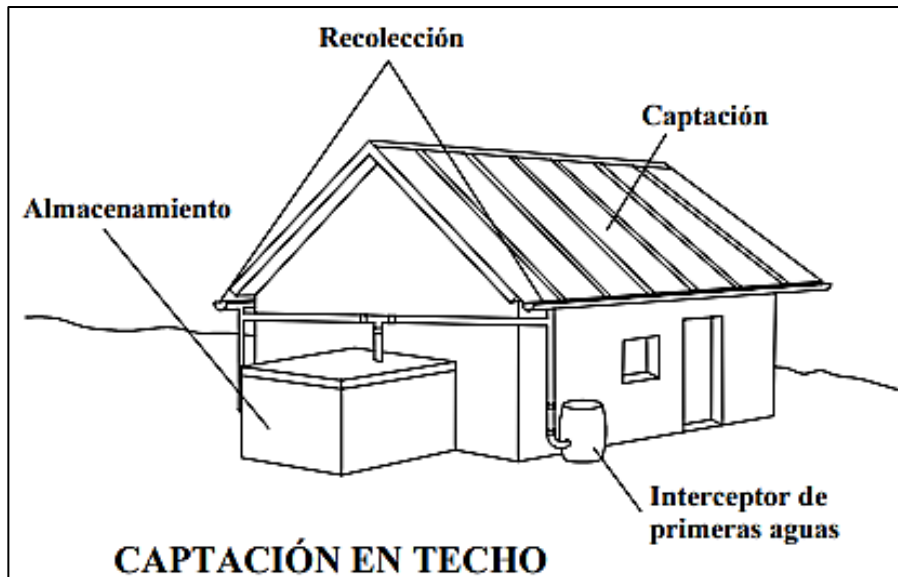


Figura 5. Componentes de un sistema de captación de agua pluvial.

1.2.2. Componentes del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia

Captación

CEPIS (2003), indica que: “La captación está conformada por el techo de la vivienda, la cual debe tener una pendiente no menor al cinco por ciento (5%) en dirección a las canaletas de recolección de agua de lluvia”.

Los techos por su condición impermeable, producen un volumen de esorrentía cercano al volumen de lluvia (FAO, 2013).

Ávila (2013), menciona que los techos de paja, por ser de origen vegetal, tiene la desventaja que libera lignina y tanino, lo que le da un color amarillento al agua, pero que no tiene mayor impacto en la salud de los consumidores siempre que la intensidad sea baja.

En el cálculo del tamaño se multiplica la longitud (b) por el ancho (a) del mismo (CONAFOVI, 2005).

CEPIS (2003), indica los siguientes coeficientes de esorrentía a ser aplicados, según el material constructivo:

Tabla 1. Coeficiente de esorrentía

Tipo de captación	Ce
Calamina metálica	0.90
Tajas de arcilla	0.80 – 0.90
Madera	0.80 – 0.90
Paja	0.60 – 0.70

Nota. Recuperado de CEPIS (2003).

En un sistema de captación de agua de lluvia interesa que ese coeficiente sea lo más cercano a 1, con el fin de propiciar la mayor tasa posible de captura del agua caída (Moscoso, 2012).

Conducción del agua captada

Pizarro *et al.* (2015), define el sistema de recolección y conducción como aquella que se encarga de conducir el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento, está conformado por las canaletas que captan el agua que viene de las láminas y tuberías que se conectará al tanque de almacenamiento.

- Canaleta

Pizarro *et al.* (2015) menciona que las canaletas pueden ser de PVC, metálicas galvanizadas, bambú o cualquier otro material que no altere la calidad físicoquímico del agua recolectada.

En cuanto a la profundidad APRISABAC (2014) nos indica que: “debe ser de 7 cm para cualquier canaleta”.

CEPIS (2011) indica que: “El ancho mínimo de la canaleta debe ser de 7.5 cm y el máximo de 15 cm”.

Basán (2011) menciona que las canaletas deberán contemplar bajadas con un diámetro de 100 a 115 mm, previendo una bajada en las canaletas por cada 25 a 30 metros cuadrados de superficie de captación. Además, las canaletas deben tener ganchos de sujeción cada 1,5 m de espaciamiento.

- Tubería

En las tuberías se puede emplear los siguientes modelos de separadores de sólidos grandes (Instituto Internacional de Recursos Renovables A.C. Proyecto Isla Urbana, 2009).

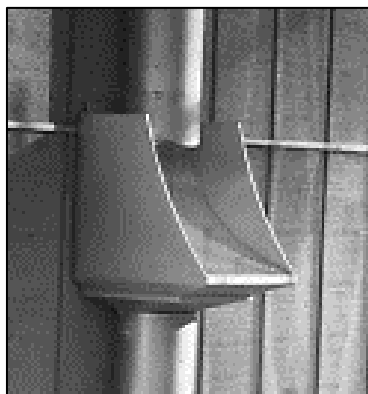


Figura 6. Malla de retención

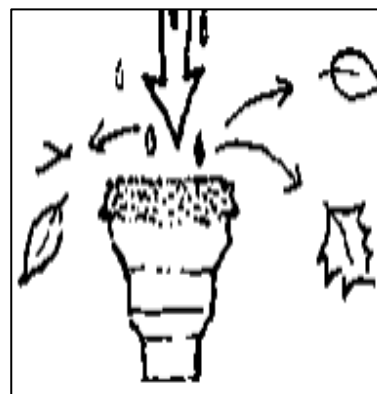


Figura 7. Filtro de hojas

García (2012), presenta un modelo de separador de residuos sólidos particular: Consta de una rejilla metálica de 1 mm de abertura, dispuesta en forma cilíndrica dentro de una te de PVC de 4" para áreas de hasta 100 m² y una Te de 6" para áreas de captación superiores, con un tapón comercial de PVC que evite el desperdicio de agua a la vez que permita la limpieza y mantenimiento.

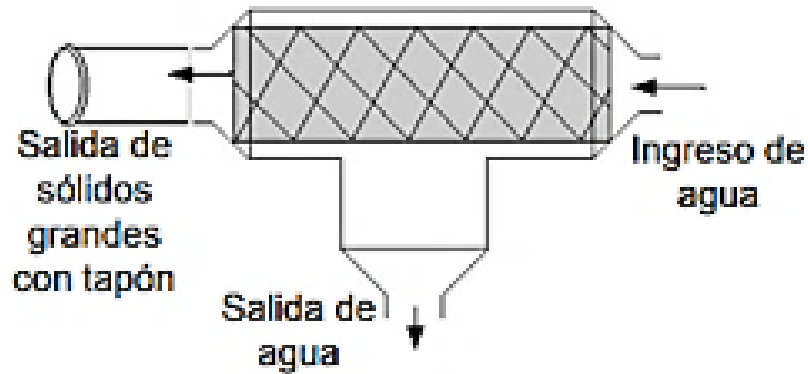


Figura 8. Separador de sólidos grandes

Interceptor de primeras aguas

CEPIS (2005), establece que: “se requiere un litro de agua lluvia para lavar un metro cuadrado del techo”.

En el caso que el área de captación tenga dos o más interceptores, ellos deberán atender áreas específicas del techo. La parte superior del interceptor deberá contar con un dispositivo de cierre automático una vez que el tanque de almacenamiento del interceptor se haya llenado con las primeras aguas de lluvia. El fondo del tanque de almacenamiento deberá contar con un grifo o tapón para el drenaje del agua luego de concluida la lluvia. El interceptor contará con un dispositivo que debe cerrarse una vez que se hayan evacuado las primeras aguas de lluvia (CEPIS, 2003).

CONAFOVI (2005), detalla el funcionamiento del interceptor de primeras aguas de la siguiente manera: (a) Cuando el tubo de 4" está lleno, el flotador tapa la entrada y el agua cambia de dirección hacia el tanque de almacenamiento. (b) Cuando el tubo de 4" se está llenando, el flotador asciende con el nivel de agua en el tanque. (c) Cuando el tubo de 4" está vacío, está listo para la próxima precipitación.

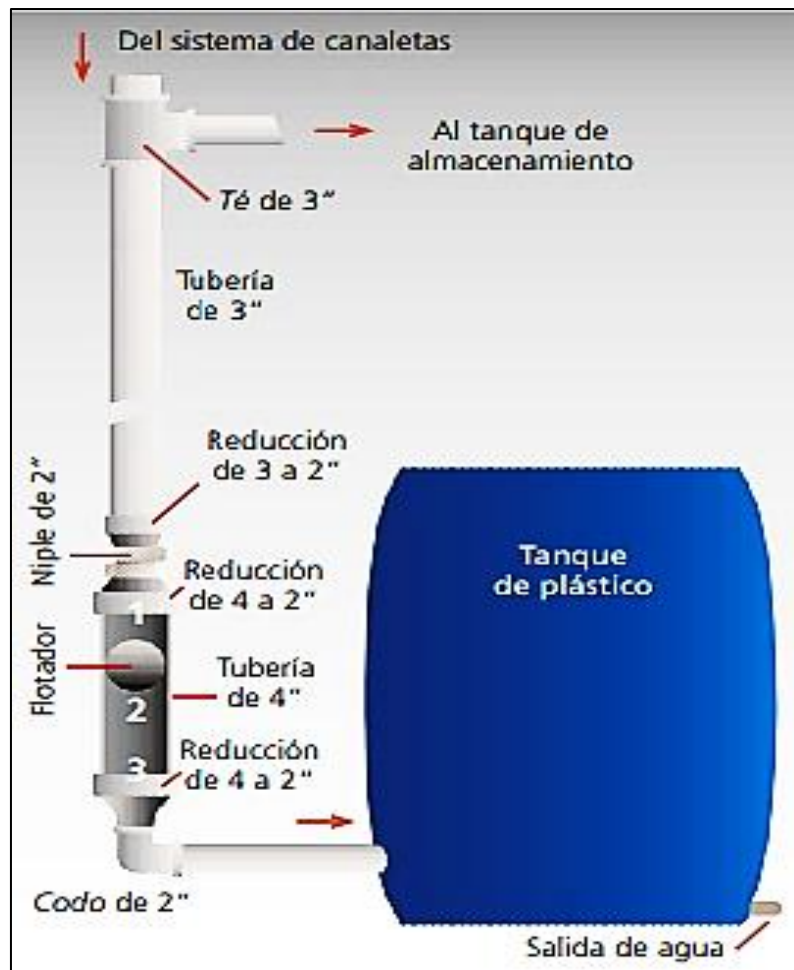


Figura 9. Interceptor de primeras aguas

Tanque de almacenamiento

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario (Organización Panamericana de la Salud, 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 puede subdividirse en las siguientes categorías: (a) Bebida, (b) Preparación de alimentos y cocina, y (c) Limpieza, lavado e higiene personal. Además, recomienda tomar mediciones del uso del agua en el lugar de estudio cuando sea posible. (CEPIS, 1998).

Por otro lado, FAO (2013) afirma que: “La cantidad de agua asignada por persona dependerá de la cantidad de agua disponible, es decir, agua de lluvia caída y capacidad de captación y almacenamiento”.

La Organización Mundial de la Salud (2009), menciona que: “el consumo de agua de la vivienda por habitante está entre 50 y 100 lppd” y presenta el siguiente detalle:

Tabla 2. Dotación de agua por actividad

Actividad	Dotación (lppd)
Bebida	5
Servicios de saneamiento	25
Higiene personal	15
Cocina	5
Total	50

Nota. lppd = litros por persona por día. Recuperado de la Organización Mundial de la Salud (2009).

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 3. Dotación de agua para medios rurales en función de la zona

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

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

Además, la Organización Panamericana de la Salud (2006) menciona que: “para el caso de pozos, captación de agua de lluvia o protección de manantiales se podrá considerar dotaciones menores de 20 lppd”.

Tabla 4. Dotación de agua para sistemas no convencionales

Zona	Dotación (lppd)
Sierra	
Costa	10 – 20
Selva	

Nota. lppd = litros por persona por día. Recuperado de OPS (2006).

La Organización Mundial de la Salud (2009), presenta los siguientes datos de dotación para necesidades mínimas de supervivencia y mediano plazo.

Tabla 5. 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 unos pocos meses) en lppd
Beber	3 a 4	3 a 4
Cocinar, limpieza	2 a 3	2 a 3
Higiene persona	—	6 a 7
Lavado de ropa	—	4 a 6
Total	7	15 a 20

Nota. lppd = litros por persona por día. Recuperado de Organización Mundial de la Salud (2009).

CEPIS (2004) afirma que: “En ningún caso la dotación de agua debe ser menor a 20 litros/familia/día para satisfacer sus necesidades básicas elementales debiendo atenderse los aspectos de higiene personal y lavado de ropa por otras fuentes de agua”.

- Criterios para el diseño del tanque de almacenamiento

CEPIS (2015), presenta 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 (CEPIS, 2015).
- 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 (CEPIS, 2015).
- 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 (CEPIS, 2015).
- d) Tubería de rebose: El diámetro de la tubería de rebose no debe ser menor que el diámetro de la tubería de llegada (CEPIS, 2015).
- 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" (CEPIS, 2015).

- Aspectos complementarios

- a) Borde libre: El reservorio debe estar provista de una altura libre por encima del nivel máximo de agua, con el objeto de contar con un espacio de aire ventilado. La altura libre no debe ser menor a 0.20 m (CEPIS, 2015).
- b) Revestimiento interior: El fondo y las paredes del tanque, deben ser impermeables, independiente de cualquier tratamiento especial, como pintura o revestimiento (CEPIS, 2015).
- c) Boca de visita: Cada reservorio debe contar por lo menos con una abertura para inspección de 0.60 m x 0.60 m como mínimo. La abertura estará ubicada en su cubierta, junto a uno de las paredes verticales, de preferencia en el mismo vertical de la tubería de ingreso al reservorio. Los bordes de las aberturas de inspección deben ser cerradas con una tapa que tendrá un sistema de seguridad con candado y debe tener una forma tal que impida la entrada de agua a través de sus juntas (CEPIS, 2015).
- d) Protección contra la luz natural: No será permitida la entrada de luz natural al interior del reservorio de forma permanente a fin de evitar la formación de algas en el interior del mismo (CEPIS, 2015).
- e) Cerco de protección: Los reservorios deben estar protegidos mediante un cerco o muro con una altura y resistencia necesarias para evitar el acceso directo de personas no autorizadas o animales (CEPIS, 2015).
- f) Estructura de soporte del sistema: Pueden utilizarse materiales de la región como madera fina resistente al agua, las medidas están basadas en la altura de las canaletas de recolección y deben oscilar entre 80 cm a 1.20 m de altura a partir de la superficie del terreno (CEPIS, 2015).

- Selección del material de la estructura del tanque de almacenamiento

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.

La estructura de almacenamiento ideal cumple con los siguientes requisitos:

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

En el diseño estructural del tanque de almacenamiento a base de madera, se debe considerar impermeabilizar con geomembrana para su mayor duración (Guía práctica para cosechar el agua de lluvia, Agencia de Cooperación Internacional de Japón - JICA, 2015).

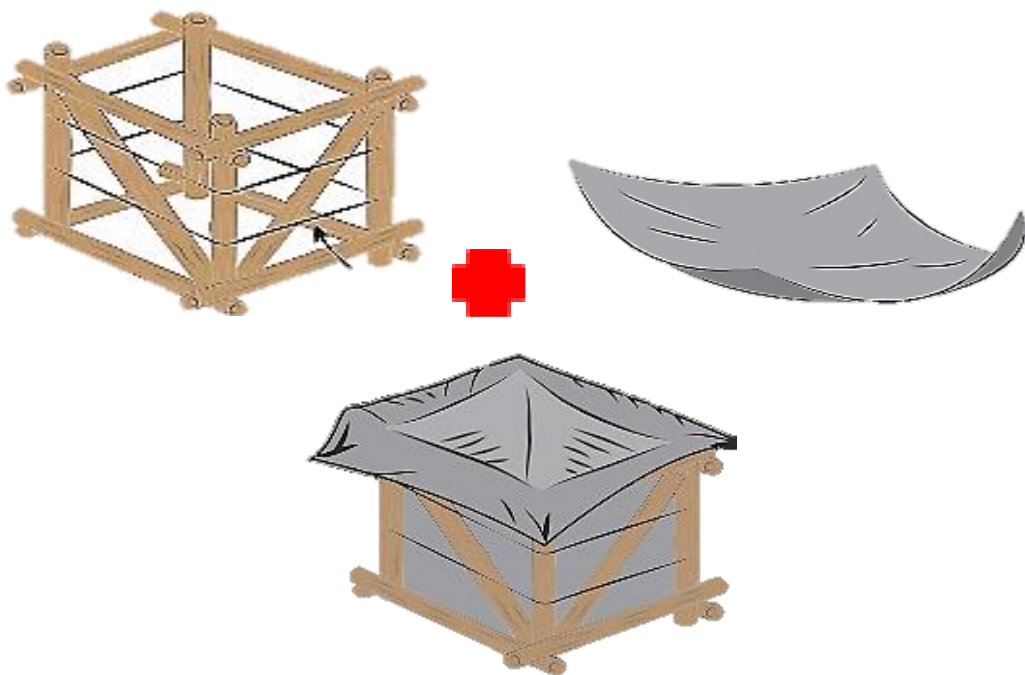


Figura 10. Diseño estructural del tanque de almacenamiento a base de madera.

Sistema de tratamiento del agua de lluvia colectada

Brito *et al.* (Citado por FAO, 2013) menciona que: “La captación de agua de lluvia proveniente de techos de viviendas tiene buenas características de calidad, normalmente mejor que el agua captada en otras estructuras”.

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

El parámetro de calidad del agua más importante que se debe vigilar y eliminar es el microbiológico, por su efecto agudo en la salud humana (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

A continuación, se presenta un filtro sencillo fabricado con materiales fácilmente localizables en zonas rurales, conocido como Filtro CARPOM. Para la fabricación se requiere de tubería de PVC de 45 cm de largo, de 15 ó 20 cm de diámetro como recipiente, grava, arena, carbón vegetal y piedra pómez como materiales filtrantes. Al agua filtrada deberá agregársele un desinfectante en las dosis apropiadas a los volúmenes a tratar (CEPIS, 2005).

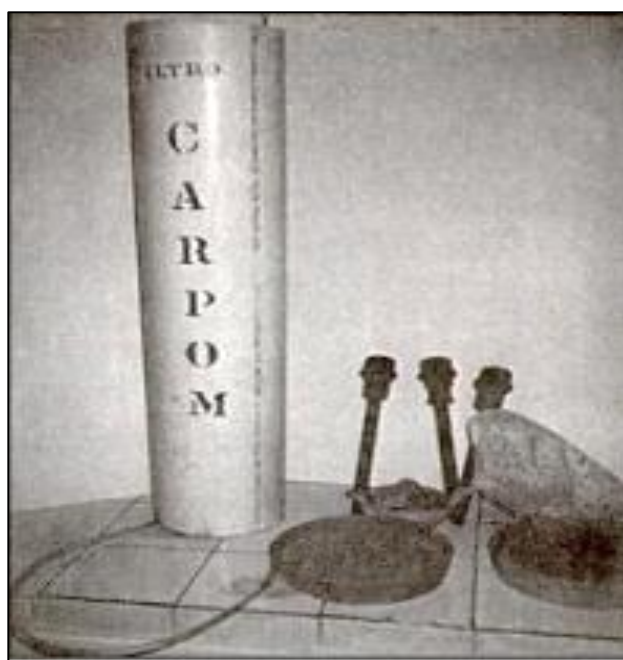


Figura 11. Filtro casero CARPOM

Otro aspecto que se debe de atender son los sólidos, la Organización Panamericana de la Salud (2005) indica que se puede separar la materia sólida mediante filtración, usando una capa de arena o un paño.

La arena como medio filtrante deberá ser de 1/3 del espesor total del lecho (D.S N° 015-2014-VIVIENDA).

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

Tabla 6. Cantidad de cloro líquido a dosificar por litro de agua

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

Nota. Recuperado de Organización Mundial de la Salud (2006).

Debido a que esta investigación, propone un sistema de aprovechamiento 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 7. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Parámetros	Unidad de medida	Valor
Físico-químico		
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5
Turbidez	UNT	5
Conductividad eléctrica	µS/cm	1500
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000
Cloruros	mg/L	250
Dureza	mg/L	500
Nitratos	mg/L	50
Sulfatos	mg/L	250
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 6
Nitritos	mg/L	3
Fosfatos	mg/L	0,1
Amoniacó-N	mg/L	1,5
DBO ₅	mg/L	3
DQO	mg/L	10
Microbiológico		
Coliformes Totales	NMP/100 ml	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	**

Nota. pH = Potencial de Hidrógeno. UNT=Unidad Nefelométrica. DBO₅= Demanda Biológica de Oxígeno. DQO=Demanda Química de Oxígeno. ** = El parámetro no aplica para esta subcategoría. NMP= Número más probable. Recuperado del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación se obtuvo datos generales de la población, vivienda, hábitos de consumo de agua de la población y nivel de aceptación del uso de agua de lluvia, mediante la aplicación de una encuesta piloto, una encuesta definitiva y el monitoreo de demanda de agua para uso doméstico.

Por otro lado, se obtuvo datos de precipitación de SENAMHI de la Estación Meteorológica Chiriaco del periodo 1995 – 2017 para el cálculo de la oferta de agua de lluvia. Se eligió esta estación ya que fue la única que cumplió con el criterio de Aybar, Lavado, Sabino, Ramírez, Huerta y Obando (2017): “se debe de buscar estaciones más cercanas tomando un radio de 20 Km, para quedarse con las 3 estaciones más cercanas para realizar un control visual comparativo de la información, pero de no existir estaciones para realizar la comparación sólo se evaluará la consistencia de su serie basado en su propia climatología con los datos disponibles”. Siendo la Estación Meteorológica Chiriaco, la única que cumple con este criterio de cercanía, además de presentar el 97% de datos en el periodo evaluado.

2.1. Población y muestra

La población fue de 06 unidades familiares y la muestra la totalidad de ellas, elegida por muestreo no probabilístico ya que es un grupo pequeño.

2.2. Métodos

Inductivo - deductivo. Observación y encuesta.

2.3. Técnicas

- Monitoreo del uso doméstico del agua.
- Análisis de datos de precipitación del periodo 1995 – 2017, registrados por SENAMHI (Estación Meteorológica Chiriaco).

2.4. Instrumentos

- Cuestionario de encuesta.
- Ficha de registro de datos de monitoreo de uso doméstico del agua.
- Tablas de Excel para: (a) procesamiento de datos de encuestas, (b) procesamiento de datos de precipitación de la Estación Meteorológica Chiriaco, (c) cálculos de demanda, oferta de agua y dimensionamiento del tanque de almacenamiento, y (d) cálculos económicos.
- Autocad para el diseño del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia evaluado.

2.5. Ubicación de la zona de estudio

Distrito de Imaza, Provincia de Bagua y Departamento de Amazonas.

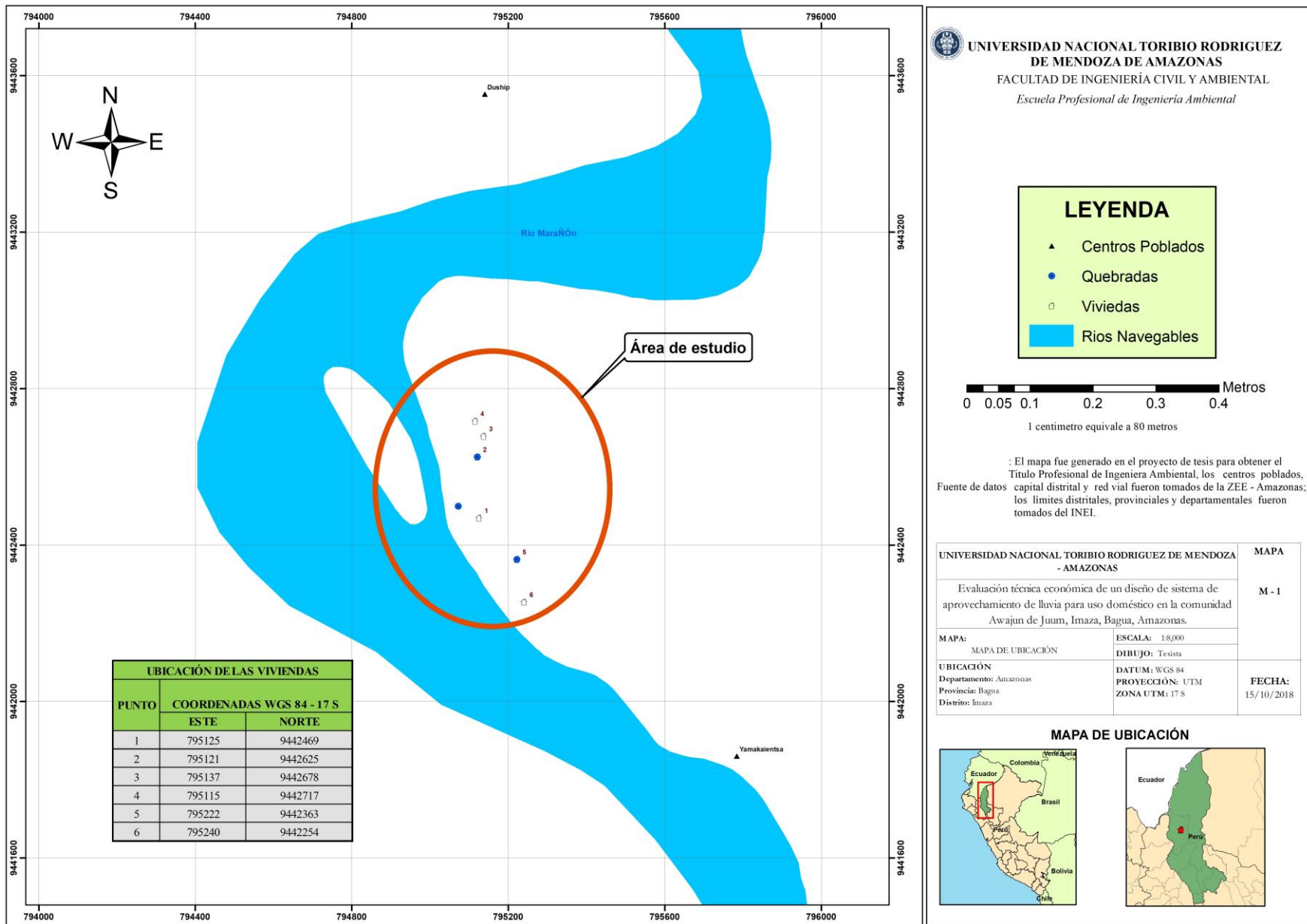
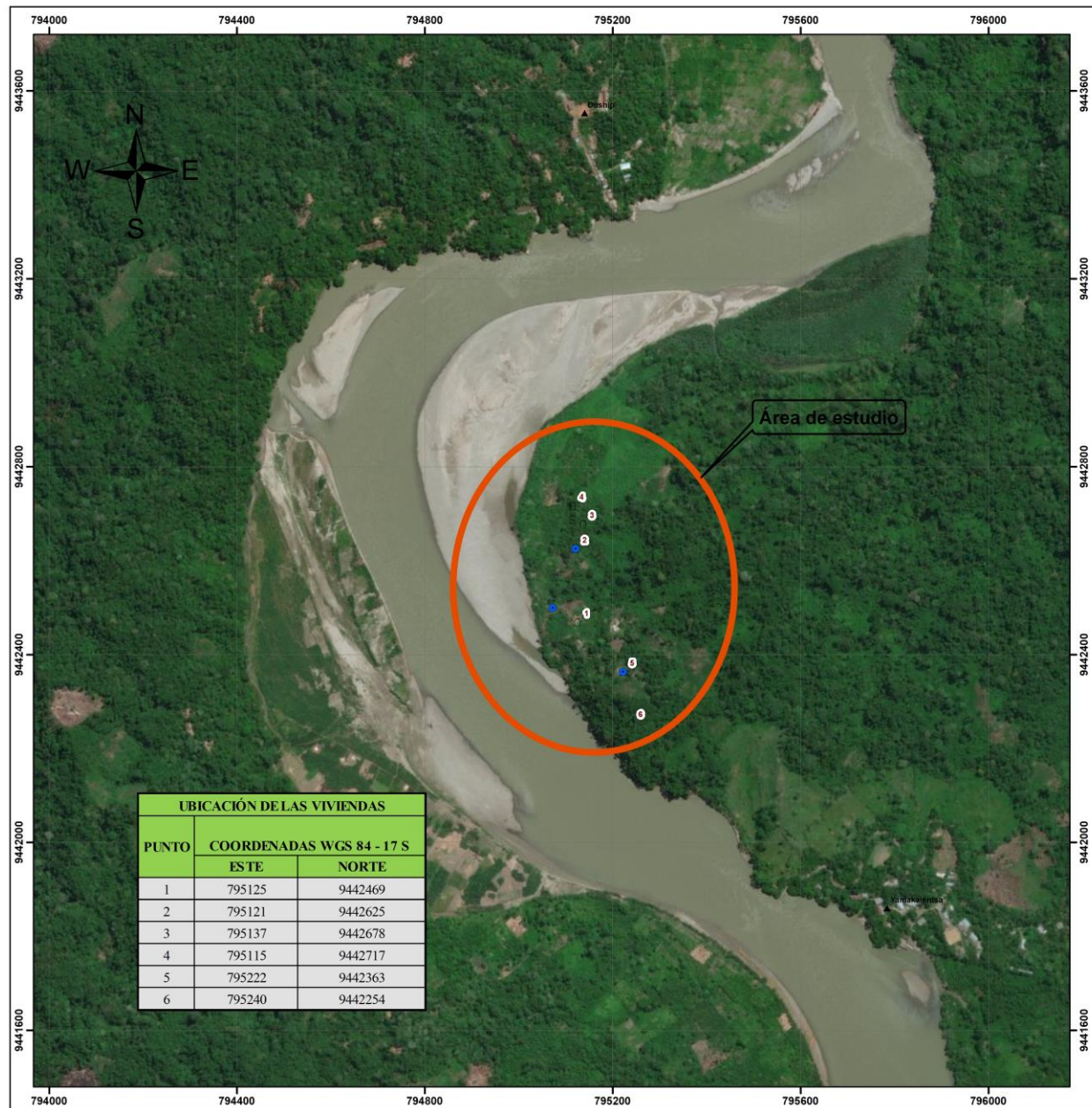


Figura 12. Distribución de las viviendas y quebradas en la Comunidad Awajun de Juum



UBICACIÓN DELAS VIVIENDAS		
PUNTO	COORDENADAS WGS 84 - 17 S	
	ESTE	NORTE
1	795125	9442469
2	795121	9442625
3	795137	9442678
4	795115	9442717
5	795222	9442363
6	795240	9442254

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
 Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

LEYENDA

- ▲ Centros Poblados
- Quebradas
- Viviedas

Metros
 0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4
 1 centimetro equivale a 80 metros

: El mapa fue generado en el proyecto de tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental, los centros poblados, capital distrital y red vial fueron tomados de la ZEE - Amazonas; los límites distritales, provinciales y departamentales fueron tomados del INEI.

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA - AMAZONAS		MAPA
Evaluación técnica económica de un diseño de sistema de aprovechamiento de lluvia para uso doméstico en la comunidad Awajun de Juum, Imaza, Bagua, Amazonas.		M - 1
MAPA: MAPA DE UBICACIÓN	ESCALA: 1:8,000	DIBUJO: Tesista
UBICACIÓN Departamento: Amazonas Provincia: Bagua Distrito: Imaza	DATUM: WGS 84 PROYECCIÓN: UTM ZONA UTM: 17 S	FECHA: 15/10/2018

MAPA DE UBICACIÓN

Figura 13. Distribución de las viviendas y quebradas en la Comunidad Awajun de Juum

2.6. Trabajo de campo

Encuesta piloto

Se aplicó una encuesta piloto de ocho preguntas a cada unidad familiar (seis en total). Con ella se obtuvo datos generales de población, vivienda, fuentes de agua, hábitos de consumo de agua y nivel de aceptación del uso de agua de lluvia. Para elaborar la encuesta piloto se tomó como modelo la encuesta para zona rural aplicada por Fachín y Panduro (2005). El cuestionario de encuesta se adjunta en el ANEXO A. Por la variabilidad de las respuestas ante la pregunta: ¿De dónde recoge el agua para consumo humano?, se hizo reconocimiento *in situ* para confirmar las respuestas brindadas por los pobladores.

Encuesta definitiva

Se elaboró la encuesta definitiva replanteando las preguntas de la encuesta piloto según las necesidades encontradas en campo. Constó de 12 preguntas y fue aplicada a las seis unidades familiares (Ver ANEXO B).

Monitoreo

Se recolectó datos en función al volumen de agua utilizada para uso doméstico, considerando cantidad, capacidad de los recipientes y veces que fueron vaciados por cada actividad. Además, se identificó a los agentes que tienen la responsabilidad de acarrear el agua en una familia. El formato de la Ficha de monitoreo de consumo de agua para uso doméstico se encuentra en el (Ver ANEXO C).

2.7. Trabajo en gabinete

2.7.1. Análisis de la demanda de agua para uso doméstico en la Comunidad Awajum de Juum

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

2.7.2. 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 1995 – 2017 (23 años) que registró la Estación Meteorológica Chiriaco (Latitud: 5 09' 41.2", Longitud: 78 17' 17"), del distrito de Imaza, Provincia de Bagua, Departamento de Amazonas (Ver ANEXO D).

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

$$P_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n}$$

Donde:

P_{pi} : Precipitación promedio mensual del mes “i” de los “n” años evaluados (mm/mes).

P_i : Valor de precipitación mensual del mes “i”, (mm).

n: Número de años a evaluar.

Los datos faltantes (febrero del 2011 a junio del 2012), fueron completados usando el método de los promedios propuesto por Guevara, 2003 (como se citó en León, 2016), aplicable cuando se cuenta con pocos datos faltantes. Este método utiliza únicamente los datos de la estación en cuestión para estimar el faltante.

2.7.3. Elaboración del diseño del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia

Para la elaboración del diseño se consideró el aspecto físico (Ver ANEXO E), social (Ver ANEXO F), socioeconómico (Ver ANEXO G) y el aspecto ambiental (Ver ANEXO H) de la zona de estudio. El diseño fue elaborado para una vivienda estándar en la Comunidad Awajun de Juum (Ver ANEXO I), con un número promedio de 7 personas/familia según datos de la encuesta definitiva.

- Captación

Se seleccionó el techo de calamina por recomendaciones de CEPIS (2003), quien recomienda el material con mayor coeficiente de escurrentía. Para el cálculo del área se consideró las especificaciones técnicas de CONAFOVI (2005), quien indica que el área será la proyección horizontal del techo.

- Sistema de conducción

Canaleta

Para elegir el material de la canaleta, se identificó tecnologías que ya se vienen aplicando en la zona, tales como canaletas a base de bambú (Ver ANEXO J) y se reconsideró esta tecnología ya que Pizarro *et al.* (2015) lo aprueba como un material que no cambia la composición fisicoquímica del agua. Además, se tomaron en cuenta las siguientes especificaciones técnicas recomendadas para el diseño.

Tabla 8. Característica de la canaleta

Característica	Unidad de medida	Valor
Diámetro	mm	75 – 150 ¹
Profundidad	cm	7 ²
Pendiente de instalación	cm/metro	0.7 - 1 ³

Nota. mm = milímetro; cm = centímetro. Recuperado de ¹CEPIS (2011); ²APRISABAC (2014); ³Vásquez (2014).

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 y el coste económico.

Tubería

Se consideró las especificaciones técnicas de Pizarro *et al.* (2015), quien indica que ésta deberá tener un ensanchamiento que permita encausar el agua hacia el interceptor sin que se produzcan reboses. El sistema de filtración nace de la fusión del diseño de filtro de hojas del Instituto Internacional de Recursos Renovables (2009) con la modificatoria del separador de sólidos grandes propuesto por García (2012), cuya rejilla metálica de 1 mm de espesor fue complementado con un trozo de textil de algodón como material filtrante, que es una técnica usada actualmente por la Comunidad (Ver ANEXO K), convirtiéndolo en filtro de sólidos pequeños, para asegurar un mejor tratamiento del agua en el sistema.

- Interceptor de primeras lluvias

Tomó el modelo brindado por CEPIS (2003), el detalle se presenta a continuación:

Tabla 9. Accesorios a considerar para la instalación del interceptor de primeras lluvias

Característica	Cantidad
Tubería de 4" (Bajada al interceptor de primeras lluvias)	1
Tubería de 2" (Ingreso al interceptor de primeras lluvias)	1
Tubería de 4" (Ingreso al tanque de almacenamiento)	1
Reducción de 4" a 2"	3
Codo de 2"	1
Flotador (Pelotita de 3" de diámetro)	1
Tubería de ½"	1

Nota. Recuperado de CEPIS (2003).

El volumen del tanque interceptor, se calculó a razón de un litro de agua de lluvia para lavar un metro cuadrado de techo, según indica CEPIS (2005). El material que se eligió para el interceptor fue el plástico, recomendado por Moscoso (2012).

- **Tanque de almacenamiento**

Para el diseño del tanque de almacenamiento se utilizó el método “Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento” propuesto por UNATSABAR (2003) para suplir la demanda de agua para fines domésticos.

Primeramente, se redujo la oferta hídrica calculada con datos de la Estación Meteorológica Chiriaco en un 20% debido a pérdidas por evaporación, textura del material del techo, pérdidas en las canaletas, en el almacenamiento, y a 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 7 miembros (promedio de miembros en una familia de la Comunidad Awajun de Juum) y se determinó el acumulado de cada uno de los meses encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua (CEPIS, 2004).

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

Donde:

Di: demanda mensual por unidad familiar (m³).

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 esorrentía para techo de calamina metálica de 0.9 (UNATSABAR, 2003).

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

Donde:

Ai: Oferta de agua durante el mes “i” (m³).

Ppi: Precipitación promedio mensual (litros/m²).

Ce: Coeficiente de escorrentía.

Ac: Área de captación (m²).

Se asumió un 20% anual en 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.

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

Una vez obtenido los valores de la oferta mensual de agua de lluvia (Ver Tabla 28) y la demanda mensual de agua (Ver Tabla 29) se calculó el acumulado de cada uno de los meses encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua (CEPIS, 2004).

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

$$A_{a_i} = A_{a_{(i-1)}} + \frac{P_{pi} * C_e * A_c}{1000}$$

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

Luego, se procedió a calcular las diferencias acumulativas de oferta y demanda de cada uno de los meses encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. 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 siguiente fórmula (CEPIS, 2004).

$$V_i(m^3) = A_i(m^3) - D_i(m^3)$$

Donde:

Vi: Volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes “i”.

Ai: Volumen de agua que se captó en el mes “i”.

Di: Volumen de agua demandada por los usuarios para el mes “i”.

Las especificaciones técnicas para el diseño del tanque de almacenamiento fueron tomadas de CEPIS (2015) en cuanto a las tuberías de entrada, salida, limpieza, rebose y tubería en U, además de aspectos complementarios como borde libre, revestimiento interior, boca de visita, cerco perimétrico y la estructura de soporte del sistema. Para el dimensionamiento se consideró la altura del tanque no mayor a 2 m y la parte superior del tanque no menor a 0.30 metros con respecto al punto más bajo del área de captación recomendado por Basán

(2011). Por otro lado, se consideró una losa donde se ubicaría el grifo para la extracción del agua, recomendado por Posadas (2015). En cuanto a García (2012), se rescató la implementación del reductor de turbulencias que consiste en dos codos de 90°. Para la selección del material se consultó a los pobladores acerca de los materiales y preferencias por alguna de las alternativas (Ver ANEXO O) como lo recomienda Basán (2011), siendo reafirmada por el Decreto Supremo N° 015-2014-VIVIENDA y consideraciones por parte de JICA para el diseño estructural del tanque de almacenamiento a base de madera (2015).

Sistema de tratamiento de agua de lluvia colectada

Antes de definir un sistema de tratamiento del agua de lluvia, se analizó los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua entregadas al LABISAG (Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas) del INDES-CES comparándolas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En base a ello y con las consideraciones de CEPIS (2005) y (D.S N° 015-2014-VIVIENDA, p.26) se eligió el filtro CARPOM constituido por grava, arena, carbón vegetal y piedra pómez como materiales filtrantes. Adicionalmente, se fijó una metodología de desinfección con las indicaciones de la Organización Mundial de la Salud (2006) en cuanto a la cantidad de cloro líquido a agregar por litro de agua según su concentración.

2.7.4. Evaluar la viabilidad técnica y económica del diseño propuesto:

- Viabilidad Técnica: Análisis de oferta y la demanda de agua para consumo doméstico:

Se evaluó la factibilidad técnica bajo el siguiente criterio: si la oferta promedio diario de agua de lluvia no supera el 30% del valor de la dotación neta el proyecto para suministro de agua de lluvia no es factible, en este caso se debe elegir las necesidades de agua prioritarias para la población. En el caso que la oferta promedio diario de agua de lluvia supere el 30% de la dotación neta es factible técnicamente (Ballén, Galarza y Ortiz, 2006).

- Viabilidad económica:

Se desarrolló la metodología para la evaluación socioeconómica de proyectos del sistema de captación de agua pluvial en techos propuesta por CEPEP (2011).

Análisis Beneficio/Costo del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia

• Costo del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia

Para conocer el costo total del sistema se analizó tres fases: la fase de pre inversión, la fase de inversión (donde se evaluó los gastos que se generarían si se construyera la infraestructura) y la fase de post inversión donde se consideró posibles gastos de operación y mantenimiento en un horizonte de 10 años. Los costos fueron determinados para el año 2018. Se diferenciaron los costos de inversión, operación y mantenimiento para recursos disponibles y no disponibles, ya que el gasto real que se generaría para implementar el diseño de sistema de aprovechamiento de agua de lluvia está dado en la adquisición de los recursos no disponibles.

*** Fase de Pre inversión**

Comprende costos de mano de obra para acondicionar el área para la instalación del sistema. Para determinar el valor de la mano de obra, se consideró el salario para un varón adulto en zona rural de lengua nativa, el cual es de 646.00 Soles/ mes (Ver Tabla 10), el cual fue afectado por un factor de corrección de 0.49 para zona rural de la selva (MEF, 2011), con el que se determinó el precio social de la mano de obra no calificada en 1.63 soles/hora.

Tabla 10. Ingreso promedio mensual proveniente del trabajo de la población ocupada según género y área de residencia, 2007 – 2016

Área residencia	Ingreso promedio por género, periodo 2007 - 2016	
	Género	Soles/mes
Rural	Hombres	646.00
	Mujeres	361.20

Nota. Recuperado de Instituto Nacional de Estadística e informática, 2018.

*** Fase de Inversión**

Están dados por: (a) Costo de materiales, (b) Costo de mano de obra, y (c) Costo por servicio requerido.

*** Fase de Post inversión**

Para determinar los costos por operación y mantenimiento se consideró los trabajos que se debería realizar y la frecuencia de los mismos (Ver ANEXO R).

El gasto real que se generaría para implementar el diseño de sistema de aprovechamiento de agua de lluvia propuesto en la Comunidad Awajun de Juum está dada en la adquisición de los recursos no disponibles.

* **Cuantificación de los costos**

Es el costo total del sistema durante las tres fases.

• **Cuantificación de los beneficios Económicos de los nuevos usuarios**

Para cuantificar los beneficios económicos se estimó el costo alternativo de provisión de agua obtenida por las familias demandantes del proyecto que se abastecen consumiendo agua de quebradas lo que no garantiza la calidad del agua para consumo humano. Para ello se realizó el cálculo de los siguientes:

***Cálculo del valor del tiempo dedicado al acarreo por día**

$$V_{ta} = T_{ta} \times V_{th}$$

Donde:

V_{ta} : Valor del tiempo de acarreo.

T_{ta} : Tiempo total de acarreo.

V_{th} : Valor del tiempo por horas.

Además:

$$T_{ta} = (T_a \times V) / 60$$

Donde:

T_{ta} : Tiempo total de acarreo.

T_a : Tiempo de acarreo.

V : Numero de viajes/ día.

El tiempo total de acarreo se determinó sumando el tiempo de traslado (ida y vuelta) a la fuente, el tiempo que demora en recoger el agua y multiplicado por el número de veces en que se realiza la recogida. Para ello, se sistematizó la información obtenida de las encuestas realizadas a las unidades familiares.

Los cálculos realizados para conocer el valor monetario del tiempo de acarreo se calcularon en base al costo de oportunidad del mismo (Ver ANEXO S). Teniendo en cuenta el ingreso mensual por trabajo de hombres y mujeres en zonas rurales de lengua nativa.

Cabe mencionar que, para las estimaciones anteriores, se consideró el costo monetario del tiempo de las mujeres también para los niños, sin embargo, no es correcto asignar un costo de oportunidad a los niños basados en los ingresos económicos por trabajo. Lo más apropiado sería basarlos en el tiempo perdido en la educación, deporte y recreación, entre otros. No obstante, esta cuantificación no se realizó para el presente estudio, y representa una limitación en las estimaciones monetarias de la actividad de colecta y acarreo.

Cálculo del Valor por los Recursos Liberados por Vivienda

$$RL = Ca \times Co$$

Donde:

RL: Recursos liberados por vivienda

Ca: Consumo de agua (m³/mes/vivienda)

Co: Costo del agua (Soles/m³)

En la comunidad awajum de Juum, los usuarios no pagan por agua consumida por lo cual enfrentan una tarifa marginal igual a cero (P=0).

Valor de los Beneficios del Consumidor por Disponibilidad del Servicio

Para el cálculo del valor de los beneficios del consumidor por la disponibilidad del servicio ofrecido por el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia se tiene en cuenta los siguientes datos: Consumo de agua (m³/mes/vivienda), Costo económico de agua (Soles/m³), Dotación con proyecto (lppd), Consumo de saturación a tarifa y tarifa marginal. Se determina la curva de la demanda, para calcular el valor del recurso por disponibilidad del servicio.

$$Q = a + bP$$

Donde:

Q: Beneficios del Consumidor por Disponibilidad del Servicio.

a: Dotación con proyecto (lppd).

b: Consumo de saturación a tarifa.

P: Pago por unidad adicional de agua consumida (Tarifa marginal).

En el caso de la comunidad nativa de Juum, los usuarios no pagan por agua consumida por lo cual enfrentan una tarifa marginal igual a cero (P=0).

Finalmente se determinó un consolidado de beneficios de la zona en estudio.

Adicionalmente, se debe añadir como beneficio el valor de rescate del sistema, ya que, si se da el mantenimiento adecuado, el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia tendrá un valor residual después de sus 10 años de uso. Se considera el 80% del costo de inversión.

- Evaluación Económica:

El análisis costo-beneficio, se sirve de los llamados indicadores de rentabilidad para evaluar la viabilidad de una inversión. Estos permiten no solo aceptar o rechazar una inversión, sino también efectuar comparaciones de proyectos alternativos, de modo que sea seleccionada la mejor de ellas desde el punto de vista económico.

Existen distintos indicadores que pueden calcularse una vez conocidos y determinados los costos y beneficios. Entre ellos destaca la razón beneficio-costos, que es el resultado de

dividir el valor actual de los flujos de beneficio y la sumatoria de la inversión más el valor actual de los flujos de costo y cuya fórmula es la siguiente:

$$B/C = \frac{VAB}{INV + VAC}$$

Donde:

B/C = Razón Beneficio - Costo

VAB = Valor Actual de los Beneficios

INV = Inversión

VAC = Valor Actual de los Costos

La relación B/C da un valor mayor, igual o menor que la unidad, siendo el proyecto rentable solo cuando la razón beneficio costo es mayor a la unidad y el valor actual neto es positivo (VAN).

Para calcular el VAN se aplica la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^N \frac{(BSI - CSI)_t}{(1 + TSD)^t}$$

Donde:

BSI = Beneficio social incremental.

CSI= Costo social incremental

n = Horizonte de evaluación del PIP

TSD = Tasa social de descuento.

La importancia de la evaluación económica radica en el hecho de establecer si el proyecto en mención en primer lugar es viable (si existen las condiciones comerciales, técnicas y de infraestructura para concretar el proyecto) y en segundo lugar para establecer si es rentable o no, si va a generar ganancias o pérdidas para quienes promuevan dicha inversión.

El VAN calcula el valor actual neto de una serie de flujos monetarios en el tiempo (horizonte de 10 años), En términos generales, cualquier inversión cuyo VAN sea mayor que cero es rentable.

Además, para la evaluación de la factibilidad económica se puede aplicar los siguientes indicadores económicos, con su correspondiente parámetro de evaluación:

* Tasa Interna Retorno, el valor debe ser positivo.

Para calcular la TIR se aplica la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{(BSI - CSI)_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

BSI: Beneficio social incremental.

CSI: Costo social incremental.

n: Horizonte de evaluación del PIP.

TIR: Taza interna de retorno.

En el caso en que los indicadores económicos cumplan con los parámetros especificados, el proyecto sería rentable.

III. RESULTADOS

3.1. Procesamiento de datos de campo

3.1.1. Resultados de la encuesta

a) Generalidades

Número de habitantes por vivienda

La Comunidad Awajun de Juum es una comunidad joven, conformada por 06 unidades familiares. La familia más amplia está conformada por 15 miembros y la más pequeña sólo por 1. El promedio de miembros en una familia de la Comunidad Awajun de Juum es de 7 hab/viv.

Tabla 11. Número de habitantes por vivienda

N ^a	1	2	3	4	5	6	Total	Promedio
Hab/Viv.	15	1	6	4	6	9	41	7

Nota. Hab = habitantes; Viv = vivienda. Recuperado de la encuesta definitiva.

¿De qué material está construido su techo?

Las viviendas de la Comunidad Awajun de Juum, están conformadas por dos instalaciones: dormitorio y cocina. Los dormitorios cuentan con techo de calamina en un 100% y la cocina hecha con hojas de llarina en un 83% y solo el 17% utiliza el bombonaje.

Tabla 12. Material del techo de la cocina

Ambiente/Tipo de techo	Calamina	Llarina	Bombonaje
Cocina	0	5	1
Dormitorio	6	0	0

Nota. Recuperado de la encuesta definitiva

b) Estudio de hábitos de consumo

¿De dónde recoge el agua que consume?

La primera fuente de agua abastece sólo a una familia (16.7 %), la segunda fuente abastece a tres familias (50 %) y la tercera fuente a dos familias (33.3 %).

Tabla 13. Fuente actual de agua para uso

Quebrada	01	02	03
UF	1	3	2

Nota. UF = Unidad Familiar. Recuperado de la encuesta definitiva.

¿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 20 minutos.

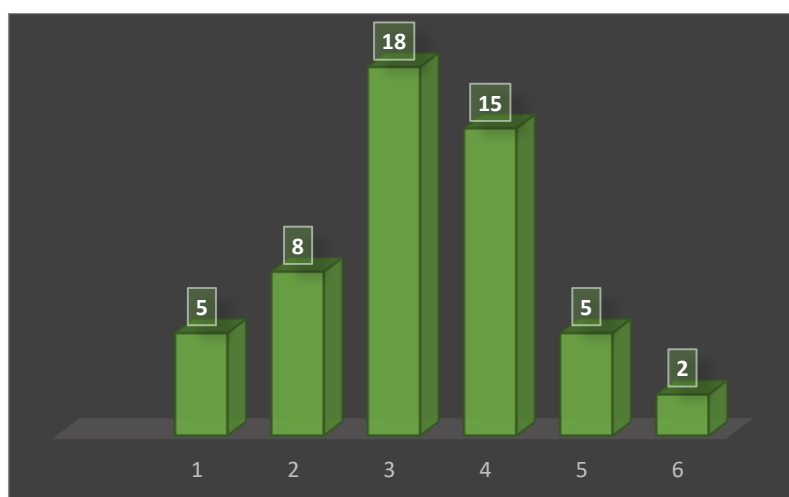


Figura 14. Tiempo de traslado de la vivienda a la fuente de agua (minutos).

¿Cuánto tiempo se demora para recoger agua?

El tiempo promedio por familia necesario para recoger el agua es de 7 minutos.

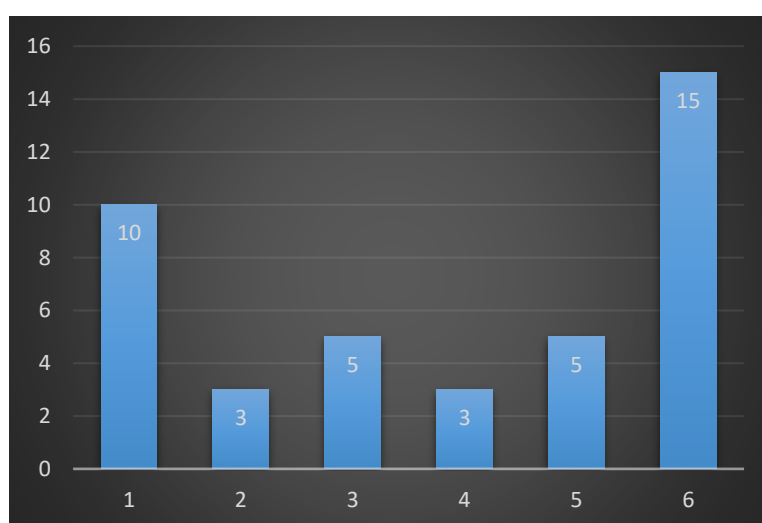


Figura 15. Tiempo requerido para colecta de agua (minutos).

¿Cuántas veces al día recoge agua?

El mayor número de veces que una familia recoge agua es de 6 veces/día y el menor es de 1 vez/día. El promedio de veces que una familia de la Comunidad Awajum de Juum recoge agua es de 3 veces/día.

Tabla 14. Veces de recogida de agua por unidad familiar (Veces/día)

UF	1	2	3	4	5	6	Promedio
Veces/Día	6	1	2	2	2	3	3

Nota. UF = Unidad Familiar. Recuperado de la encuesta definitiva.

¿Qué tipo de recipiente usa para recoger agua?

Los recipientes que suelen usarse son los galones de 30, 15 y 5 litros, además de los baldes de 18, 10 y 4 litros (Ver ANEXO I).

Tabla 15. Tipo de recipiente usado para recoger y almacenar agua por unidad familiar

UF	CR	TR	VR
	1	Galón	30
	2	Galón	5
1	1	Balde	18
	1	Balde	10
	1	Balde	4
2	2	Balde	4
3	1	Balde	18
4	1	Galón	15
5	1	Balde	18
6	1	Balde	18
	2	Balde	4

Nota. UF= Unidad Familiar, CR= Cantidad del recipiente, TR= Tipo de recipiente, VR= Volumen del recipiente, l = litro. Recuperado de la encuesta definitiva.

¿En qué usa el agua que recoge?

Todos usan el agua para alimentación, lavado de platos y utensilios de cocina, bebida y la limpieza en general. Otros menos usados son para el riego y bebida de animales.

Tabla 16. Uso actual del agua acarreada por la población

Uso	Cocina	Beber	Lavar ropa	Lavar platos y utensilios de cocina	Limpieza	Otros
N° Viviendas	6	6	0	6	6	2

Nota. Recuperado de la encuesta definitiva.

c) Aprovechamiento de agua de lluvia

¿Usa el agua de lluvia?

En la Comunidad Awajun de Juum el 67% ya están aprovechando el agua de lluvia y sólo el 33% no la aprovecha (Ver ANEXO M).

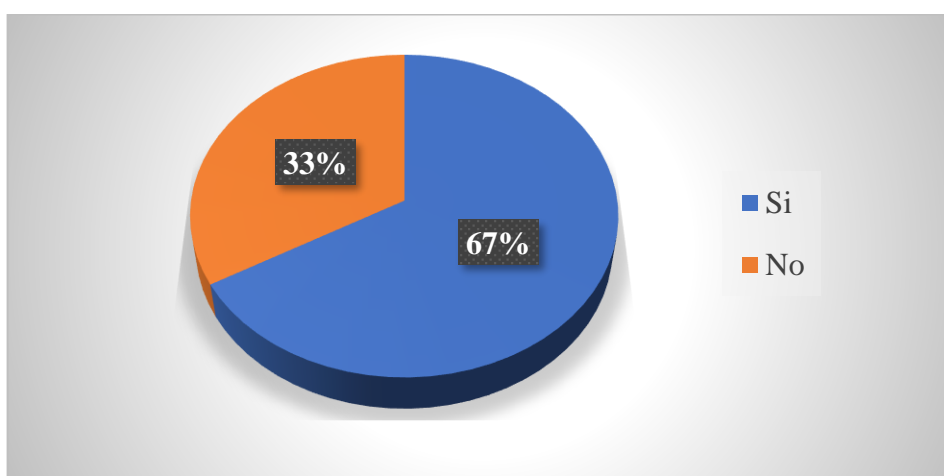


Figura 16. Aprovechamiento actual del agua de lluvia.

¿Estaría dispuesto a usar agua de lluvia?

Tabla 17. Disposición a usar el agua de lluvia

Si	No
5	1

Nota. Recuperado de la encuesta definitiva.

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

El 50% de la población coincide en que esta o estaría dispuesto a usar el agua de lluvia porque ahorra tiempo en trasladarse para obtener agua, además el 33.3% indica que usarían el agua de lluvia porque es limpia y otra fracción importante indica que usarían el agua de lluvia porque provee agua en casa.

Tabla 18. Razón por la cual usaría el agua de lluvia

Razón	Es limpia	Se ahorra tiempo	Provee agua en casa	Otro
Nº de afirmaciones	2	3	2	0

Nota. Recuperado de la encuesta definitiva.

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

Sólo una unidad familiar piensa que el agua de lluvia está contaminada, por ello no estaría dispuesto a usarla.

3.1.2. Reconocimiento in situ

Se identificó que la fuente de agua para toda la comunidad nacía de una filtración en el suelo. De allí, eran conducidas artificialmente hacia las partes bajas a tres zonas distintas., estas tres quebradas colectaban el agua con la ayuda de tuberías y recipientes de diferentes dimensiones debido a su reducido caudal (Ver ANEXO H).

3.1.3. Resultados del monitoreo

Se identificó que el agua acarreada a la vivienda fue aprovechada para la alimentación, bebida, lavado de platos y utensilios de cocina y limpieza en general. Por otro lado, el aseo personal y lavado de ropa se realiza en la misma fuente de agua.

Tabla 19. Resultado del monitoreo de consumo de agua para uso doméstico

N	Uso	Tipo de recipiente	CNR	CPR (litros)	NVV
Agua acarreada a la vivienda					
1	Alimentación	Balde Grande	1	18	2.5
2	Beber	Balde pequeño	1	4	1
3	Lavar platos y utensilios de cocina	Tina mediana	1	10	3
4	Limpieza	Balde pequeño	1	4	1
Agua usada en la misma fuente					
5	Aseo personal	Balde grande	1	18	9.5
		Tina	1	30	8
6	Lavado de ropa		1	50	8
		Balde	1	18	8
			1	15	8

Nota. CNR = Cantidad de recipiente; CPR = Capacidad del recipiente; NVV= Número de Veces Vacidados. Recuperado de datos de monitoreo de una unidad familiar Juum.

En temporadas de lluvia, todos los usos domésticos son suplidos con agua de lluvia.

Distribución de roles para la colecta y acarreo de agua

Tabla 20. Distribución de roles en la familia para la colecta y acarreo de agua

Encargado	Hombre	Mujer	Niños
Veces/día	1	3	2

Nota. Recuperado de datos de monitoreo de una unidad familiar Juum.

Observaciones complementarias

- La población suele bañarse y lavar la ropa en la misma fuente de recolección de agua.
- La población aplica métodos para la recolección de agua de lluvia (Ver ANEXO M).

3.2. Determinación de la demanda de agua para uso doméstico en la comunidad

Awajun de Juum

Con los datos de la encuesta, se calculó que el volumen de agua traída desde la fuente en promedio es de 6.25 lppd, la cual cubre la demanda de agua para los siguientes usos domésticos: (a) Alimentación, (b) Bebida, (c) Lavado de platos y utensilios de cocina, y (d) Limpieza. También cubre el uso no doméstico de bebida de animales y riego. Los usos domésticos como el aseo personal y lavado de ropa aprovechan el agua en la misma fuente.

Tabla 21. Consumo de agua traída desde la fuente en lppd

N° Vivienda	1	2	3	4	5	6	Promedio
Personas/Familia	15	1	6	4	6	9	7
Litros/familia	76	8	36	30	36	44	38.3
lppd	5.1	8	6	7.5	6	4.9	6.25

Nota. lppd = litros por persona al día. Recuperado de la encuesta definitiva.

Se analizó los resultados del monitoreo de una vivienda, diferenciando los usos domésticos cubiertos por agua acarreada y los usos suplidos en la misma fuente. Se determinó una dotación de agua para usos domésticos de 25.8 lppd, de los cuales 20 lppd corresponde al agua usada en la misma fuente y 5.8 lppd al agua acarreada.

Tabla 22. Dotación actual de agua para usos domésticos en la Comunidad Awajun de Juum

N°	Uso	Litros/fam/día	lppd
1	Agua acarreada a Alimentación	45	3
2	la vivienda Beber	4	0.3

Nota. lppd = litros por persona al día. Recuperado de monitoreo de consumo de agua para uso doméstico en una familia Juum.

Tabla 22. Dotación actual de agua para usos domésticos en la Comunidad Awajun de Juum

N°	Uso	Litros/fam/día	lppd	
3	Agua acarreada a la vivienda	Lavar platos y utensilios de cocina	30	2
4		Limpieza	8	0.5
5	Agua usada en la misma fuente	Aseo personal	171	11.4
6		Lavar la ropa	129	8.6
	Total		387	25.8

Nota. lppd = litros por persona al día. Recuperado de monitoreo de consumo de agua para uso doméstico en una familia Juum.

3.3. Determinación de la oferta hídrica

La precipitación promedio mensual en la Comunidad Awajun de Juum según los datos de precipitación que registró la Estación Meteorológica de Chiriaco durante los años 1995 – 2017 es de 216.38 mm.

Tabla 23. Precipitación promedio mensual

Mes/Año	Ppi (mm/mes)
Enero	214.08
Febrero	235.64
Marzo	258.19
Abril	282.32
Mayo	259.72
Junio	187.32
Julio	161.07
Agosto	145.09
Septiembre	159.10
Octubre	215.51
Noviembre	231.56
Diciembre	247.01

Nota. Recuperado de SENAMHI.

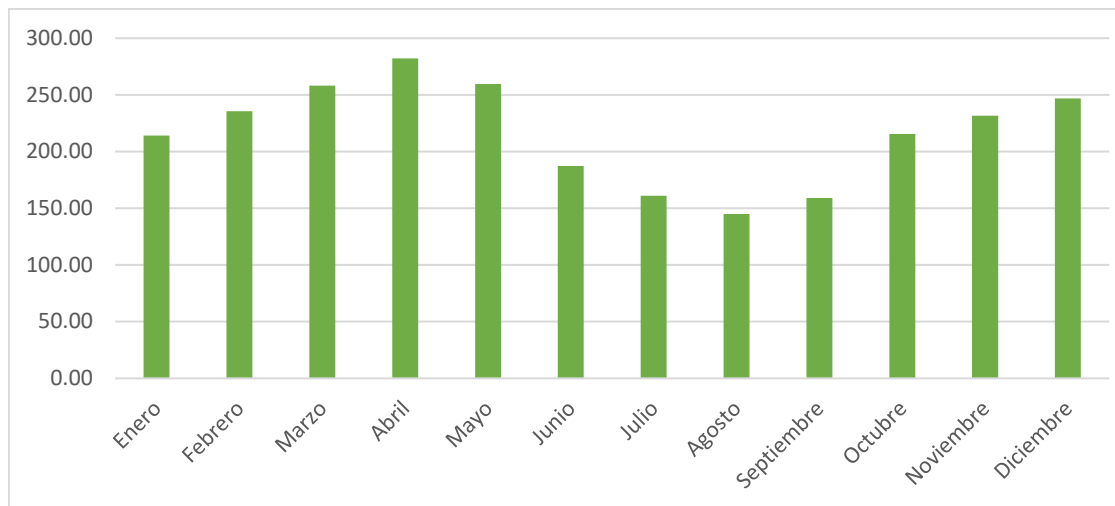


Figura 17. Precipitación promedio mensual histórica (1955 - 2017).

3.4. Elaboración del diseño del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia

El diseño fue elaborado para una vivienda estándar en la Comunidad Awajun de Juum (Ver ANEXO I).

- Captación

Está conformada por un techo de calamina de 60 m² (10 m x 6 m) con características propias de la zona de estudios (inclinación de 30°), apropiada para el escurrimiento del agua de lluvia hacia las canaletas de recolección.

- Sistema de recolección y conducción del agua captada

Canaleta: Se considera una canaleta de bambú por cada caída, con una longitud de 10.00 metros, instaladas por ocho ganchos de sujeción con un espaciamiento de 1.5 m entre ellas.

Tubería: En el sistema de conducción empieza el sistema de filtración. A continuación, se presenta detalle de los accesorios necesarios:

Tabla 24. Componentes del sistema de conducción

Componente	Cantidad
Cono de recogida de agua	1
Tubo de PVC de 4"	1
Codo de 90° de 4"	1
Tubo en T de PVC de 4"	2
Unión de 2"	1
Niple de 4"	1
Reducción de 4" a 3"	4

Nota. Elaboración propia en base a Pizarro *et al.* (2015)

Tabla 25. Detalles del sistema de filtración

Tipo	Ubicación dentro del sistema de conducción	Material filtrante	Función
Filtro de sólidos grandes	Cono de recogida de agua	Malla	Separar hojas, ramas, entre otros
Filtro de sólidos pequeños	Primera tubería "Te" de 4".	Malla de 1 mm y Textil de algodón	Separar deyecciones y polvo, entre otros.

Nota. Elaboración propia en base a IRRI (2009) y García (2012)

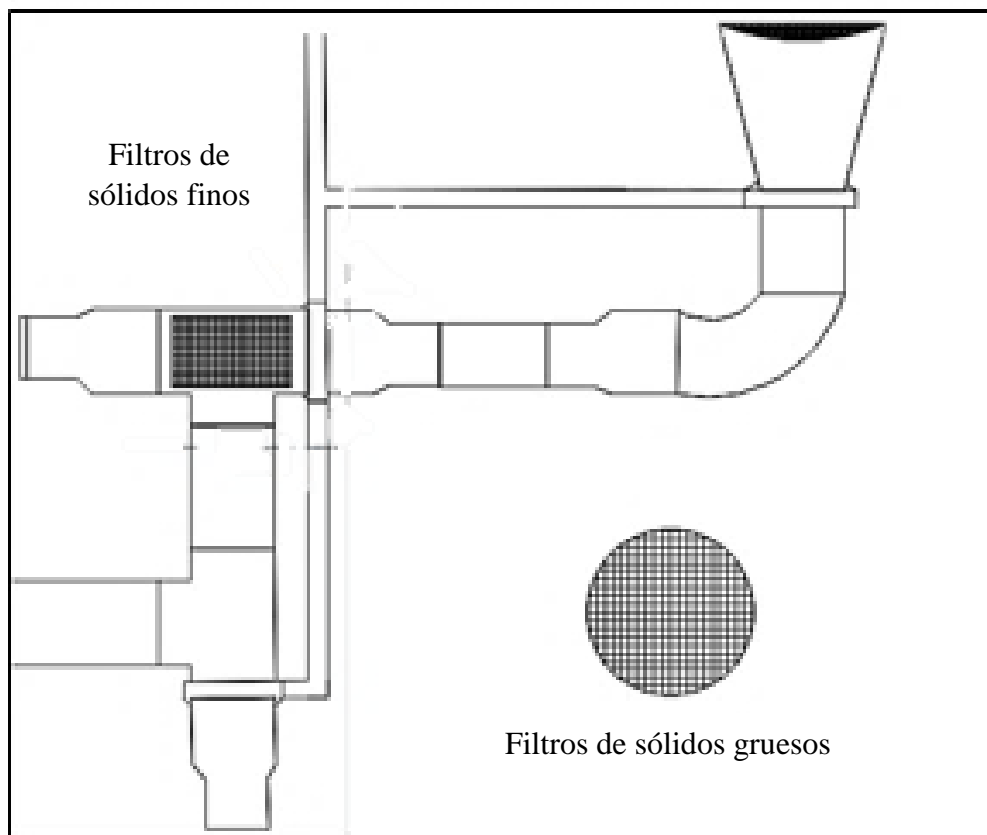


Figura 18. Sistema de conducción

- **Interceptor de primeras lluvias**

El diseño fue considerado de CEPIS (2003). Consta de un interceptor de 30 litros por cada caída de agua.

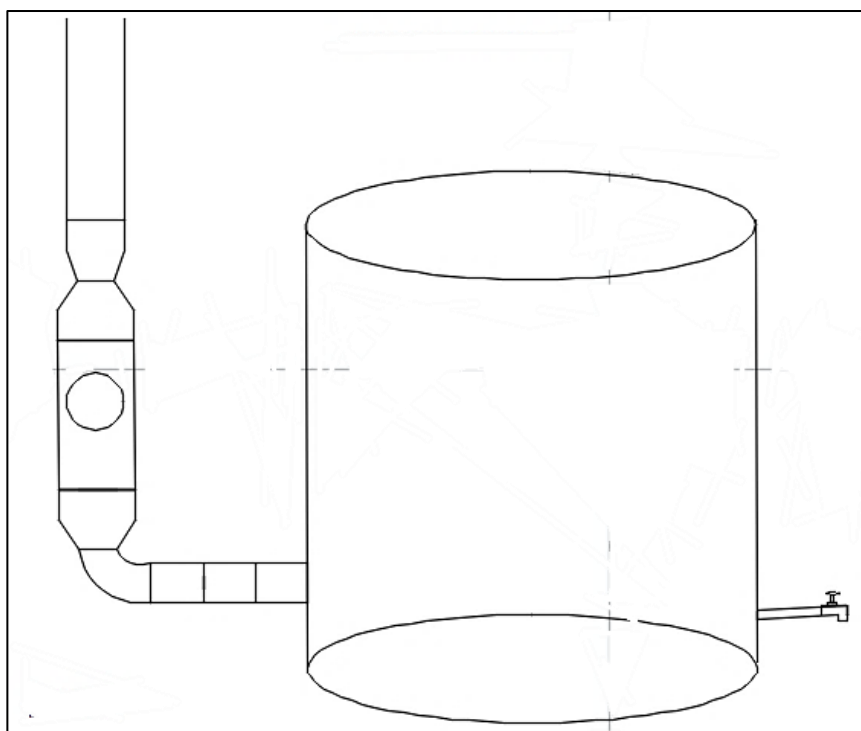


Figura 19. Interceptor de primeras lluvias

- Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento:

• Oferta de agua durante el mes “i”

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

Mes/Año	Precipitación promedio mensual	Pérdida 20%	Volumen de la Oferta aprovechable (mm/mes)
Enero	214.08	42.82	170.80
Febrero	235.64	47.13	192.36
Marzo	258.19	51.64	214.91
Abril	282.32	56.46	239.04
Mayo	259.72	51.94	216.44
Junio	187.32	37.46	144.05
Julio	161.07	32.21	117.80
Agosto	145.09	29.02	101.81
Septiembre	159.10	31.82	115.82
Octubre	215.51	43.10	172.23
Noviembre	231.56	46.31	188.28
Diciembre	247.01	49.40	20373

Nota. Elaboración propia en base a datos de SENAMHI.

Tabla 27. Oferta mensual de agua para vivienda estándar

Mes	Precipitación promedio mensual (litros)	Ai en m ³
Enero	170.80	9.22
Febrero	192.36	10.39
Marzo	214.91	11.61
Abril	239.04	12.91
Mayo	216.44	11.69
Junio	144.05	7.78
Julio	117.80	6.36
Agosto	101.81	5.50
Septiembre	115.82	6.25
Octubre	172.23	9.30
Noviembre	188.28	10.17
Diciembre	203.73	11.00

Nota. Ai = Oferta de agua. Elaboración propia en base a datos de SENAMHI.

• **Demanda de agua para el mes “i”**

De la Tabla 33, se identificó que la oferta de agua que brinda el techo de 60 m² a lo largo del año es de 112.17 m³. Considerando una reserva de 1 m³ de agua, se tiene que la dotación diaria de agua para cada una de las siete personas que habitan en la vivienda es:

$$\frac{(112.17m^3 - 1.0 m^3) \times (\frac{1000lt}{m^3})}{365 \text{ días} \times 7 \text{ pers.}} = 43.51 \text{ lppd}$$

A partir de la dotación diaria establecida en 43.51 lppd se calculó la demanda de agua y se determinó el acumulado de cada uno de los meses encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua.

Tabla 28. Demanda mensual de agua

Mes	Demanda mensual (m ³)
Abril	9.14
Mayo	9.44
Junio	9.14

Nota. Elaboración propia.

Tabla 28. Demanda mensual de agua

Mes	Demanda mensual (m ³)
Julio	9.44
Agosto	9.44
Septiembre	9.14
Octubre	9.44
Noviembre	9.14
Diciembre	9.44
Enero	9.44
Febrero	8.53
Marzo	9.44

Nota. Elaboración propia.

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

Tabla 29. Cálculo de la demanda mensual acumulada

Mes	Precipitación en mm	Demanda en m ³	
		Parcial	Acumulado
Abril	239.04	9.14	9.14
Mayo	216.44	9.44	18.58
Junio	144.05	9.14	27.72
Julio	117.80	9.44	37.16
Agosto	101.81	9.44	46.60
Septiembre	115.82	9.14	55.74
Octubre	172.23	9.44	65.18
Noviembre	188.28	9.14	74.32
Diciembre	203.73	9.44	83.76
Enero	170.80	9.44	93.20
Febrero	192.36	8.53	101.73
Marzo	214.91	9.44	111.17

Nota. Elaboración propia.

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

Mes	Precipitación en mm	Abastecimiento en m ³	
		Parcial	Acumulado
Abril	239.04	12.91	12.91
Mayo	216.44	11.69	24.60
Junio	144.05	7.78	32.37
Julio	117.80	6.36	38.74
Agosto	101.81	5.50	44.23
Septiembre	115.82	6.25	50.49
Octubre	172.23	9.30	59.79
Noviembre	188.28	10.17	69.96
Diciembre	203.73	11.00	80.96
Enero	170.80	9.22	90.18
Febrero	192.36	10.39	100.57
Marzo	214.91	11.61	112.17

Nota. Elaboración propia en base a datos de precipitación de SENAMHI.

- **Diferencias acumulativas de oferta y demanda**

Tabla 31. Diferencias acumulativas de oferta y demanda de cada uno de los meses

Mes	Precipitación en mm	Abastecimiento en m ³		Demanda en m ³		Diferencia (m ³)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Abril	239.04	12.91	12.91	9.14	9.14	3.77
Mayo	216.44	11.69	24.60	9.44	18.58	6.02
Junio	144.05	7.78	32.37	9.14	27.72	4.66
Julio	117.80	6.36	38.74	9.44	37.16	1.58
Agosto	101.81	5.50	44.23	9.44	46.60	-2.37
Septiembre	115.82	6.25	50.49	9.14	55.74	-5.25
Octubre	172.23	9.30	59.79	9.44	65.18	-5.39
Noviembre	188.28	10.17	69.96	9.14	74.32	-4.36
Diciembre	203.73	11.00	80.96	9.44	83.76	-2.80
Enero	170.80	9.22	90.18	9.44	93.20	-3.02
Febrero	192.36	10.39	100.57	8.53	101.73	-1.16
Marzo	214.91	11.61	112.17	9.44	111.17	1.01

Nota. Elaboración propia en base a datos de precipitación de SENAMHI.

A pesar de que se calculó la demanda en función al área de techo, se obtuvo valores negativos para el periodo de agosto hasta febrero (7 meses), lo que indica que no habría agua para abastecer a los interesados a una dotación total de 43.51 lppd durante esta cantidad de meses. Esto se 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 40 lppd

Mes	Precipitación en mm	Abastecimiento en m ³		Demanda en m ³		Diferencia (m ³)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Abril	239.04	12.91	12.91	8.40	8.40	4.51
Mayo	216.44	11.69	24.60	8.68	17.08	7.52
Junio	144.05	7.78	32.37	8.40	25.48	6.89
Julio	117.80	6.36	38.74	8.68	34.16	4.58
Agosto	101.81	5.50	44.23	8.68	42.84	1.39
Septiembre	115.82	6.25	50.49	8.40	51.24	-0.75
Octubre	172.23	9.30	59.79	8.68	59.92	-0.13
Noviembre	188.28	10.17	69.96	8.40	68.32	1.64
Diciembre	203.73	11.00	80.96	8.68	77.00	3.96
Enero	170.80	9.22	90.18	8.68	85.68	4.50
Febrero	192.36	10.39	100.57	7.84	93.52	7.05
Marzo	214.91	11.61	112.17	8.68	102.20	9.97

Nota. Elaboración propia, 2018.

Del análisis del cuadro anterior, se nota que no debe considerarse una dotación de 40 lppd por haberse obtenido valores negativos durante dos meses, lo que se traduce en que no habría agua para abastecer a los interesados durante los últimos dos meses del año.

Se continuó los cálculos para una dotación de 38 lppd.

Tabla 33. Diferencias acumulativas de oferta y demanda de agua para una dotación de 38 lppd

Mes	Abastecimiento en m ³		Demanda en m ³		Diferencia (m ³)
	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Abril	12.91	12.91	7.98	7.98	4.93
Mayo	11.69	24.60	8.25	16.23	8.37
Junio	7.78	32.37	7.98	24.21	8.17
Julio	6.36	38.74	8.25	32.45	6.28
Agosto	5.50	44.23	8.25	40.70	3.54
Septiembre	6.25	50.49	7.98	48.68	1.81
Octubre	9.30	59.79	8.25	56.92	2.86
Noviembre	10.17	69.96	7.98	64.90	5.05
Diciembre	11.00	80.96	8.25	73.15	7.81
Enero	9.22	90.18	8.25	81.40	8.78
Febrero	10.39	100.57	7.45	88.84	11.72
Marzo	11.61	112.17	8.25	97.09	15.08

Nota. Elaboración propia en base a datos de precipitación de SENAMHI.

Considerando una dotación de 38 lppd, se demostró que se supliría la demanda de agua para todos los meses del año y se requeriría de un tanque de almacenamiento de 13.27 m³ (15.08 m³ – 1.81 m³), con un volumen de reserva mínima de 1.81 m³.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de los cálculos para el volumen de almacenamiento con una dotación de 38 lppd.

Tabla 34. Cálculo del volumen del tanque para una dotación de 38 lppd

Área de techo (m ²)	Dotación (Lppd)	Diferencias Acumulativas (m ³)		Volumen del Tanque (m ³)
		Máximo valor (Volumen de almacenamiento m ³)	Mínimo valor (Volumen de reserva m ³)	
60	38	15.08	1.81	13.27

Nota. Lppd = Litros por persona al día. Elaboración propia.

El volumen del tanque de almacenamiento de agua para una vivienda de 60 m² y 7 habitantes es de 13.27 m³, con una dotación de 38 lppd, según la precipitación de la zona de estudio para garantizar el abastecimiento de agua a la unidad familiar durante todos los meses del año.

- **Dimensionamiento del tanque de almacenamiento**

Para el almacenamiento se propone un tanque de forma cuadrada con tapa, esta forma facilitaría la construcción del tanque por los pobladores de la comunidad sin necesidad de contar con un especialista. El volumen de almacenamiento calculado es de 13.27 m³. Sin embargo, para asegurar la altura libre de 0.20 m recomendada por CEPIS (2015), se eligió un tanque de 15.03 m³. El material constructivo del tanque que se propone es la madera recubierto con geomembrana. A continuación, se presenta las dimensiones para el tanque de almacenamiento:

Tabla 35. Dimensiones del tanque de almacenamiento

Característica	Unidad	Dimensión
Largo	metro	3
Ancho	metro	3
Altura	metro	1.67
Volumen total	m ³	15.03

Nota. Elaboración propia.

Filtro

Se eligió el filtro casero CARPOM, recomendado por CEPIS (2005). Esta técnica es muy factible para la comunidad nativa de Juum por su simplicidad de construcción, mantenimiento y los materiales filtrantes necesarios pueden recuperarse fácilmente de las riberas del río Marañón (arena, grava y piedra pómez), además del carbón vegetal, que también es generado por cada familia al usar leña para preparar alimentos.

Este filtro sería dotado de dos llaves de paso, una en el ingreso y otra a la salida. La primera con el fin de cerrar el pase cuando se necesario retirar el filtro para cambiar el material filtrante y la segunda para regular el pase de agua filtrada, para obtener sólo la cantidad requerida. Estaría colocado dentro de la vivienda sobre un estand desde donde el agua filtrada continuaría su proceso de desinfección.

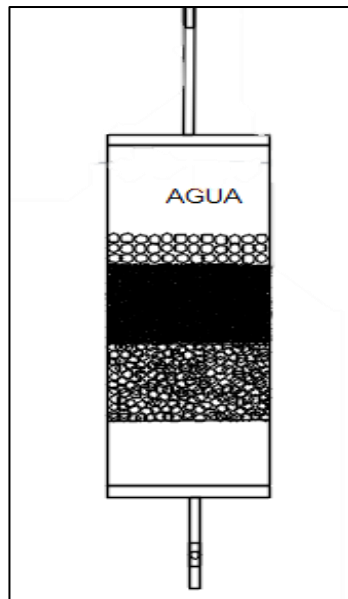


Figura 20. Interceptor de primeras lluvias

- **Desinfección**

En base a los resultados del análisis de agua de la lluvia en el laboratorio LABISAG del INDES-CES (Ver ANEXO P), se determinó que el agua de lluvia cuenta con una buena calidad, presenta un pH ligeramente ácido (6.28) y que con el tiempo de acumulación se va alcalinizando (6.67), ésta reacción es beneficiosa ya que el pH recomendable para el uso poblacional es de 6.5 a 8.5 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), en el análisis microbiológico no se encontraron problemas, sin embargo, debido a que las viviendas están rodeadas de árboles y variedades de aves y roedores que pueden defecar en el techo se propuso incluir en el sistema un proceso de desinfección.

El agua filtrada pasaría por medio de un tubo de ½” colocado de forma vertical, instalada directamente en un balde de 18 litros con tapa y grifo, es en este balde donde finalmente se agregaría el cloro de 0.5% de concentración a razón de 4 gotas por litro según la metodología de desinfección de la Organización Mundial de la Salud (2006).

El plano del diseño de sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico se presenta en el ANEXO Q.

3.5. Evaluación de la viabilidad técnica y económica del diseño propuesto

- Viabilidad Técnica: Análisis de oferta y la demanda de agua para consumo doméstico:

La oferta promedio diario de agua de lluvia superó el 30% del valor de la dotación neta para suministro de agua de lluvia, por lo tanto, el diseño es factible técnicamente.

Tabla 36. Determinación de la factibilidad técnica del diseño

Oferta promedio diario de agua de lluvia	Dotación neta	30% de la Dotación neta	¿Es factible técnicamente?
44 lppd	38 lppd	11.4 lppd	Si

Nota. lppd = litros por persona por día. Elaboración propia.

- **Viabilidad económica:**

Análisis Costo/ Beneficio del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia

• **Costo del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia**

* **Fase de preinversión:**

Comprende costos de mano de obra equivalente a 8 horas laborables para acondicionar el área para la instalación del sistema.

Tabla 37. Fase de preinversión

Descripción del requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	
				Recursos Disponibles	Recursos no disponibles
1. Mano de obra no calificada	h/h	8	1.63	13.04	
2. Materiales				10	
Escoba	Unidad	1	10	10	

Nota. Elaboración propia.

* **Fase de inversión:**

El costo de inversión total del SCAPT es de 5 955.32 nuevos soles. Se compone del costo para la instalación correspondiente a materiales, mano de obra y servicios requeridos. A continuación, se presenta el detalle:

Tabla 38. Fase de inversión, Costos para la instalación

Descripción del requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	
				Recursos Disponibles	Recursos no disponibles
I. Estructura					
1.1. Tarima					
Madera (Tornillo, Cedro, nogal)	Pie	30	5.00	150.00	
Clavos	Kilo	2	5.00		10.00
1.2. Cerco perimetral					
Madera (Listones de 3.5 x 0.6)	Pies	300	5.00	1500.00	
Clavos	Unidad	7	5.00		35.00
1.3. Puerta					
Madera	Listones	23	5.00	115.00	
Clavos	Kilo	0.25	8.00		2.00
Bisagra	Unidad	3	2.50		7.50
1.4. Escalera					
Madera	Listones	3	5.00	15.00	
Clavos	Kilo	0.5	5.00		2.50

Nota. Elaboración propia.

Tabla 38. Fase de inversión, Costos para la instalación

Descripción del requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	
				Recursos Disponibles	Recursos no disponibles
1.5. Techo					
Calamina	Unidad	4	18.00		72.00
Madera	Pies	40	5.00	200.00	
II. Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia					
2.1. Captación					
Techo de calamina	Planchas de 0.14 mm x 0.8 m 3.6 m	26	18.00	468.00	
2.2. Recolección y conducción					
2.2.1. Canaletas					
Bambú	Listones de 10 m de longitud	2	12.00	24.00	
Gancho de sujeción de madera	Unidad	16	3.00	48.00	
Alambre de amarre	Kilo	3	5.00		15.00
Clavos	Kilo	0.50	5.00		2.50
2.2.2. Bajantes					
Cono de recogida de agua	Unidad	2	7.00		14.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 38. Fase de inversión, Costos para la instalación

Descripción del requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	
				Recursos Disponibles	Recursos no disponibles
Tubo de PVC de 4"	Unidad	1	20.00		20.00
Codo de 90° de 4"	Unidad	2	15.00		30.00
Tubo en T de PVC de 4"	Unidad	4	6.00		24.00
Unión de 2"	Unidad	2	8.00		16.00
Niple de 4"	Unidad	2	8.00		16.00
Reducción de 4" a 3"	Unidad	8	15.00		120.00
2.3. Sistema de filtración					
2.3.1. Separador de sólidos grandes					
Rejilla metálica de 1/4 " de espaciamiento	Unidad	2	6.00	12.00	
2.3.2. Separador de sólidos pequeños					
Rejilla metálica de 1 mm de	Unidad	2	6.00		12.00
Textil	Unidad	2	1.00	2.00	
Tapón de madera de 3"	Unidad	2	2.00	4.00	
2.3.3. Interceptor de primeras lluvias					
Tubería en Te de PVC de 3"	Unidad	2	10.00		20.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 38. Fase de inversión, Costos para la instalación

Descripción del requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	
				Recursos Disponibles	Recursos no disponibles
Tubería de 3"	Unidad	1	17.00		17.00
Tubería de 2"	Unidad	1	10.00		10.00
Reducción de 3" a 2"	Unidad	2	10.00		20.00
Reducción de 4" a 2"	Unidad	4	15.00		60.00
Tubería de 4"	Unidad	0.5	20.00		10.00
Codo de 2"	Unidad	2	3.00		6.00
Flotador (Pelotita de 3" de diámetro)	Unidad	2	3.00		6.00
Grifo de 1/2"	Unidad	2	4.00		8.00
Tubería de PVC de 1/2"	Unidad	1	8.00		8.00
Bidón de plástico de 30 litros	Unidad	2	16.00		32.00
Llave de paso de 2"	Unidad	2	18.00		36.00
2.3.4. Filtro casero CARPOM					
Tubería de PVC de 4"	Unidad	0.25	20.00		5.00
Pieza de madera (4" de diámetro)	Unidad	1	2.00	2.00	
Tela (8" de diámetro)	Unidad	2	1.00	2.00	
Tubería de PVC de 1/2"	Unidad	0.5	8.00		4.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 38. Fase de inversión, Costos para la instalación

Descripción del requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	
				Recursos Disponibles	Recursos no disponibles
Codo de PVC de 1/2"	Unidad	1	1.00		1.00
Llave de paso 1/2"	Unidad	2	5.00		10.00
Balde de 20 litros con grifo incluido	Unidad	1	18.00	18.00	
2.3.4.1. Material filtrante					
Arena de rio	m ³	0.0008	70.00	0.06	
Grava	m ³	0.0008	60.00	0.05	
Trozos de carbón vegetal	Kilo	0.25	15.00	3.75	
Piedra pómez	Kilo	0.25	5.00	1.25	
2.4. Tanque de almacenamiento					
Madera (Tornillo, Cedro, nogal)	Pie	197	5.00	985.00	
Clavos	Kilos	7	5.00		35.00
2.5. Accesorios para la implementación del tanque de almacenamiento					
Tubería de entrada de PVC de 4"	Unidad	3	20.00		60.00
Tubería de salida de PVC de 1/2"	Unidad	1	8.00		8.00
Tubería de limpieza de PVC de 3"	Unidad	3	17.00		51.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 38. Fase de inversión, Costos para la instalación

Descripción del requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	
				Recursos Disponibles	Recursos no disponibles
Tubería de rebose de PVC de 4"	Unidad	1	20.00		20.00
Grifo de 1/2"	Unidad	1	4.00		4.00
Rejilla metálica	m ²	0.25	6.00		1.50
Válvula de paso directo de 3"	Unidad	2	20.00		40.00
Esmalte azul (Presentación de 4 Litros)	Unidad	2	34.00		68.00
Codo de 90° de 4"	Unidad	3	15.00		45.00
Codo de 90° de 3"	Unidad	2	5.00		10.00
Cinta teflón	Unidad	12	1.00		12.00
Pegamento PVC (Presentación en 1 L)	Unidad	1	28.00		28.00
Pegamento THF (Presentación de 60 ml)	Unidad	2	25.00		50.00
Geomembrana de 0.75 mm (Revestimiento interno)	m ²	42	14.55		611.10
III. Mano de obra					
Peón	h/h	24	1.63	39.12	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 38. Fase de inversión, Costos para la instalación

IV. Servicios					
Descripción del requerimiento	Unidad de medida	Cantidad	Precio	Costo Total	
			Unitario	Recursos Disponibles	Recursos no disponibles
Técnico para la instalación de geomembrana	Procedimiento	1	155.00		155.00
5.1. Flete					
5.1.1. Flete rural					
Vía pluvial (Chalupa)	Carrera	8	30		240
5.1.2. Flete urbano*					
Transporte de Lima a Bagua Capital	Kilo	20	2		40
Transporte de Bagua Capital a Imaza	Equipaje	1	10		10
5.2. Viáticos para el técnico	Carrera	1	120		120
	Subtotal			3789.22	2166.10
	Total				5955.32

Nota. *El Peaje urbano sólo aplica para la geomembrana, los demás se encuentran disponibles en el distrito Imaza. Elaboración propia.

*** Fase de post inversión:**

Tabla 39. Fase de post inversión: Costos de operación y mantenimiento para un horizonte de 10 años

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Costos (S/.)	
				Disponible	No disponible
1. Operación					
1.1. Insumos					
Lejía (Galón de 3.7 Litros)	Unidad	10	14.50		145.00
Jeringa	Unidad	10	0.50		5.00
1.2. Personal					
Hombre	mes	120	4.08	489.00	
2. Mantenimiento					
2.1. Materiales					
Balde plástico	Unidad	4	12.00	48.00	
Escoba	Unidad	20	10.00	200.00	
Rastrillo	Unidad	4	11.00	44.00	
Pala	Unidad	4	28.00	112.00	
Escobilla	Unidad	10	8.00	80.00	
Trapo	Unidad	10	3.00	30.00	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 39. Fase de post inversión: Costos de operación y mantenimiento para un horizonte de 10 años

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Costos (S/.)	
				Disponible	No disponible
2.1.1. Material filtrante					
Arena de rio	m3	0.024	70.00	1.68	
Grava	m3	0.024	60.00	1.44	
Trozos de carbón vegetal	Kilo	7.5	15.00	112.50	
Piedra pómez	Kilo	7.5	5.00	37.50	
2.2. Personal					
Hombre	mes	120	130.40	15 648.00	
	Subtotal			16 804.12	150.00
	Total			16 954.12	

Nota. Elaboración propia.

* Fase de Post inversión

El costo por operación y mantenimiento con un horizonte de 10 años es de 639.00 y 16 315.12 nuevos soles respectivamente. El costo de operación para un año es de 63.90 nuevos soles y el costo para el mantenimiento del sistema en un año es de 1 631.51 nuevos soles. A continuación, se presenta el consolidado de costos en las tres etapas diferenciadas como recursos disponibles y no disponibles. Se entiende como gastos reales a los costos por recursos no disponibles.

Tabla 40. Costo de recursos disponibles y no disponibles para la instalación, operación y mantenimiento del diseño del sistema de captación de agua de lluvia para un horizonte de 10 años.

Concepto	Recursos disponibles	Recursos no disponibles	Total
Costo de Instalación	3 789.22	2 166.10	5 955.32
Costos de Operación	489.00	150.00	639.00
Costos de Mantenimiento	16 315.12	0.00	16 315.12
Total	20 593.34	2 316.10	22 909.44

Nota. Elaboración propia.

* Cuantificación de los costos

El sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico propuesto requiere de 2316.10 nuevos soles para que una familia de la Comunidad Awajun de Juum tenga acceso a ella. Para la instalación del sistema se requiere de 2 166.10 nuevos soles y para la operación y mantenimiento del sistema en un horizonte de 10 años 150.00 nuevos soles. Esto indica que, el mayor gasto sería para la instalación, luego sólo se requeriría de 15 soles anuales para la operación y mantenimiento del sistema.

• Cuantificación de los beneficios económicos de los usuarios

Se calculó en función de los siguientes indicadores:

* Valor del tiempo dedicado al acarreo por día

El tiempo promedio dedicado al acarreo es de 72 minutos/día, equivalente a 1.2 horas/día.

Tabla 41. Tiempo dedicado al acarreo por día por familia

N°	¿Cuánto tiempo demora en trasladarse hasta allí? (min)	¿Cuánto tiempo se demora para recoger agua? (min)	¿Cuántas veces recoge agua al día?	Tiempo total (min)	Tiempo total en horas
1	5	10	6	120	2
2	8	3	1	19	0.32
3	18	5	2	82	1.37
4	15	3	2	66	1.1
5	5	5	2	30	0.5
6	2	15	3	57	0.95
Tiempo Total Promedio				72	1.2

Nota. Elaboración propia.

El valor monetario del tiempo de acarreo se calculó en base al costo de oportunidad del mismo, teniendo en cuenta el ingreso mensual por trabajo de hombres y mujeres en zonas rurales de lengua nativa. (Ver ANEXO S)

El costo total de colecta y acarreo promedio por familia (soles/mes), es de 24 nuevos soles. Los detalles se presentan a continuación.

Tabla 42. Costo total de colecta y acarreo promedio por familia (soles/mes)

Tiempo promedio por familia dedicado al acarreo (horas/mes)			Costo monetario del tiempo promedio por hogar (soles/hora)			Costo total de colecta y acarreo promedio por hogar (soles/mes)
Hombres	Mujeres	Niños	Hombres	Mujeres	Niños	
6	18	12	1.00	0.60	0.60	24

Nota. Elaboración propia.

• Valor por los Recursos Liberados por Vivienda

La Comunidad Awajun de Juum, no paga por el servicio de agua. Por lo que, el valor de los recursos liberados por este criterio es cero.

• Valor de los Beneficios del Consumidor por la Disponibilidad del Servicio

Con el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia habrá un incremento del consumo de agua por persona, debido a la mayor disponibilidad de este recurso para el uso doméstico en términos de cantidad y calidad adecuada. Lo que satisficaría sus necesidades y aumentaría la calidad de vida de la población. El cual se vería reflejado en una menor

incidencia de enfermedades de origen hídrico y en ahorro por el tratamiento de EDAs e IRAs por parte de MINSAs.

Tabla 43. Incremento del consumo de agua por persona debido a la mayor disponibilidad de éste recurso.

Situación	Dotación (lppd)	Demanda mensual (m ³ /día)	Demanda anual (m ³ /día)
Sin SCAPT	25.7	0.75	9
Con SCAPT	38	1.14	13.68
Incremento	13	0.39	4.68

Nota. Elaboración propia.

Sin embargo, ya que no hay una tarifa por el consumo de agua, no se puede valor este recurso por disponibilidad de servicio.

• Consumidor de beneficios de la implementación de un SCAPT para la zona en estudio

Tabla 44. Consolidado de beneficios de la zona de estudio

Beneficio	Descripción
Valor del tiempo dedicado al acarreo por día	El tiempo dedicado al acarreo en un día es de 1 hora y 12 min, equivalente a 24.00 Nuevos Soles/mes.
Valor de los Recursos Liberados por Vivienda	Cero
Valor de los Beneficios del Consumidor por la Disponibilidad del Servicio	Es igual a la dotación de agua (38 lppd) y menor incidencia de enfermedades de origen hídrico. Ninguno es valorado en soles ya que no pagan tarifas por servicio de agua. Además, por ser una población extremadamente pobre, el MINSAs cubre gastos en su totalidad por enfermedades de origen hídrico, por lo que no corresponde al consumidor la reducción de gastos por medicamentos.

Nota. Elaboración propia.

Adicionalmente, se debe añadir como beneficio el valor de rescate del sistema, ya que, si se da el mantenimiento adecuado, el sistema de aprovechamiento de agua de lluvia tendrá un valor residual después de sus 10 años de uso. Se considera el 80% del costo de inversión. Eso da un valor de rescate de 4 764.30 nuevos soles para el 2026.

- **Evaluación Económica:**

* **Razón Beneficio/Costo:**

Los beneficios son mayores a los costos. La razón Beneficio/Costo fue de 1.85. Es decir que por cada sol invertido se obtendría un beneficio de S/. 1.85 Nuevos Soles.

* **Valor actual neto (VAN):**

Se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de 260.60 nuevos soles. Esto significa que, al cabo de los 10 años, se ganaría 260.60 nuevos soles.

***Tasa Interna de Retorno (TIR):**

El valor de TIR es de 2%. Esto indica la tasa promedio anual con que el sistema beneficiaría económicamente por invertir fondos allí.

Los indicadores económicos, determinan que el sistema diseñado es viable económicamente y rentable, ya que generaría ganancias para quienes promuevan dicha inversión. (Ver Tabla 45).

Tabla 45. Cálculo del VAN y TIR.

Año	Periodo	Costo de inversión	Costo de operación y mantenimiento	Beneficio del SCAPT	Valor de rescate	Flujo neto	Flujo neto descontado	VAN	TIR
2017	0	2166,10	15	288,0		-1893,10	-1893,10	260,6	2%
2018	1		13,76	264,2		250,46	229,78		
2019	2		12,63	242,4		229,78	193,40		
2020	3		11,58	222,4		210,81	162,78		
2021	4		10,63	204,0		193,40	137,01		
2022	5		9,75	187,2		177,43	115,32		
2023	6		8,94	171,7		162,78	97,06		
2024	7		8,21	157,5		149,34	81,69		
2025	8		7,53	144,5		137,01	68,76		
2026	9		6,91	132,6	2193,60	2319,29	1067,87		

Nota. Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

En la Comunidad Awajun de Juum la dotación de agua es de 25.8 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 a 70 lppd recomendado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2004) para brindar adecuadas condiciones de vida en zonas rurales de la selva.

Una vivienda estándar en la Comunidad Awajun de Juum tiene un área de 60 m² de techo y puede recolectar 112.17 m³ de agua de lluvia al año con una precipitación anual media de 2 596.61 mm/año. Si se compara con Texas que con tan sólo 850 mm/año ya han implementado sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia (Ballén, Galarza y Ortiz, 2006), se determina que, es necesario que se valore el fuerte potencial de aprovechamiento de agua de lluvia en el departamento de Amazonas y se considere implementar sistemas tipo SCAPT para uso doméstico en esta comunidad.

El diseño propuesto en esta investigación aporta 38 lppd, cabe recalcar que esto se debe al tamaño definido del techo de 60 m², no a la oferta de lluvia, ya que si sería así si se cubriría los 100 lppd, 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. Por ejemplo, el prototipo denominado COLPOST 1 propuesto por Ávila (2013), fue diseñado para suministrar agua potable para cuatro personas, sobre la base de un consumo de 100 lppd. El área de la superficie de captación para este modelo es de 120 m² y la precipitación anual se calculó en 610 mm. Con el que el tamaño del tanque fue de 73 m³. Considerando que en la comunidad el número de miembros promedio por familia es de 7 personas y la precipitación anual media de 2 596.61 mm/año, el tamaño del tanque para dotar de 100 lppd supera los 73 m³, debido al gran tamaño y al material con el que se propone el diseño, se decidió no considerar abastecer con 100 lppd.

Al igual que los resultados obtenidos por Fachín y Panduro (2005), logró demostrar que con un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia se puede elevar la dotación de agua para la población, en la comunidad se elevó la dotación actual de 25.7 lppd a 38 lppd con el prototipo diseñado siendo viable técnicamente. En ambos trabajos de investigación se

concluye que el sistema es viable económicamente, para zonas rurales en el primero y en el presente estudio para una comunidad awajum.

Hernández (2014), propuso el diseño de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para abastecer de agua potable durante todos los meses del año a 15 familias, con una dotación de 20 lppd en la ciudad de Celendín, Cajamarca. A partir de ello, se puede decir que, en esta zona de Amazonas hay mayor potencial para solucionar problemas de abastecimiento de agua, brindando agua en calidad y cantidad para poblaciones alejadas y dispersas con una dotación de 38 lppd.

Además, se coincide con León (2016), quien concluyó que los sistemas de abastecimiento a través de agua de lluvia son en realidad factibles en algunas zonas donde la precipitación es considerable, ya que se demostró la factibilidad técnica del diseño elaborado.

Se identificó que el costo del sistema de aprovechamiento diseñado para la zona de estudio, depende básicamente de adquirir bienes y servicios no disponibles para la comunidad, puesto que al priorizar materiales de la zona y recursos disponibles para la construcción de ciertos componentes del sistema el costo total de instalación se reduce de 5 955.30 nuevos soles a 2 166.10 nuevos soles. Por esta razón, se coincide con Chalco (2016), quien concluyó que en cuanto a la inversión económica no se requiere de mayor inversión cuando se emplea mano de obra, y materiales existentes en la zona que disminuye costos de construcción.

V. CONCLUSIONES

- La demanda de agua para uso doméstico en la Comunidad Awajun de Juum es de 25.7 lppd.
- La oferta promedio de agua de lluvia en la Comunidad Awajun de Juum es de 2 596.61 mm/anual y 216.38 mm/mensual.
- El 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 atender a una familia de 7 personas, con una estimación de 38 lppd para diversos usos domésticos durante el año.
- El sistema de aprovechamiento de agua de lluvia diseñado es técnicamente viable para solucionar la demanda de agua para uso doméstico en la zona de estudio, elevando la dotación de 25.7 lppd que les ofrece las actuales fuentes de agua a una dotación de 38 lppd durante todos los meses del año.
- El sistema de aprovechamiento de agua de lluvia diseñado es viable económicamente, puesto que la razón Beneficio/Costo es de 1.85, el VAN es 260.60 nuevos soles y el TIR es de 2%. Esto, sin considerar beneficios en la salud que no han sido valorados en el presente estudio.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Promover que el Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP), el Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES - CES) y el Instituto de Investigación de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza tomen interés en este tema y se amplíe el número de investigaciones al respecto.
- ✓ Desarrollar estudios innovadores en diseño y construcción de sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia tanto en zona urbana y rural para diversos usos en el departamento de Amazonas.
- ✓ Desarrollar investigaciones a nivel experimental, para evaluar el filtro CARPOM en función de cantidad de agua filtrada para un determinado tiempo y evaluar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la misma.
- ✓ Al Gobierno Regional de Amazonas se recomienda promover la Política de la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL).
- ✓ Proponer una norma para evaluar la calidad del agua de lluvia para sus diferentes usos, ya que nuestra legislación no contempla el aprovechamiento de agua de lluvia.
- ✓ Se recomienda hacer un estudio para determinar curvas de intensidad duración y frecuencia de precipitaciones en el departamento de Amazonas, como data base para posteriores estudios.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Obtenida el 28 de febrero del 2018 desde http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable_para_poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim.pdf
- Anaya M., (1998). *Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe, Manual Técnico*. Recuperado el 02 de mayo del 2018 desde <http://repiica.iica.int/docs/B1218e/B1218e.pdf>
- APRISABAC (2014). *Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento*. Recuperado el 11 de enero del 2018 desde <http://www.minsa.gob.pe/publicaciones/aprisabac/44.pdf>
- Ávila, A. (2013). *Ecotecnia para captación y reciclaje de aguas pluviales en casas de interés social en Pachuca, Hidalgo* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México
- Aybar, Lavado, Sabino, Ramirez, Huerta y Obando (2017). *Atlas de zonas de vida del Perú (SENAMHI)*. Dirección de Hidrología. Recuperado el 09 de enero del 2018 desde <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-9.pdf>.
- Ballén, Galarza y Ortiz (2006). *VI SEREA – Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua Joao Pessoa, Brazil, 2006. Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia*. Recuperado el 22 de junio del 2018 desde <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoH.pdf>
- Basán, N. (2011). *Utilización del agua de lluvia para consumo humano*. Recuperado el 14 de febrero del 2018 desde http://www.produccion-animal.com.ar/agua_cono_sur_de_america/30-lluvia_consumo_humano.pdf
- Batista, D., De Sousa Medeiros, S., De Lima, L., Gnadlinger, J., Cohin, E., Da Silva, Vital. y Raj, Hans. (2012). *Cisterna para almacenamiento de agua de lluvia para consumo humano. En W. Oliveira (Presidencia). Captación y manejo de agua de lluvia. 8º Simposio Brasileiro de Captación y Manejo de Lluvia, INSA, Campina Grande, Brasil*.
- Benavides, A. & Fernando, D. (2017). *Sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua de lluvia, para una vivienda de interés social en el barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

- Cajañaupa, R. (2010). *Vegetación, Informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas*, convenio entre el IIAP y el Gobierno Regional de Amazonas. Iquitos – Perú.
- Casas, S. (2008). *Aprovechamiento potencial del agua de lluvia caso sub-región Alto Mayo-San Martín*. Recuperada el 07 de setiembre del 2017 desde www.google.aprovechamiento-potencial-del agua.
- Castro, W. (2010). *Georfolología, Informe temático: Proyecto Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas*, convenio entre el IIAP y el Gobierno Regional de Amazonas Iquitos – Perú.
- CEPEP (2011). *Metodología para la evaluación socioeconómica de proyectos del sistema de captación de agua pluvial en techos*. Recuperado el 12 de mayo del 2018 desde http://www.cmsadmin.hacienda.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/metodologia_scapt.pdf.
- CEPIS (1988). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Sistema de Abastecimiento de Agua para pequeñas Comunidades. Tecnología de Pequeños Sistemas de Abastecimiento de Agua en Países de Desarrollo*. Recuperado el 14 de marzo del 2018 desde <https://www.ircwash.org/sites/default/files/201-88SI-6153.pdf>.
- CEPIS (2003). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Especificaciones Técnicas Captación de Agua de Lluvia Para Consumo Humano*. Recuperado el 08 de marzo del 2018 desde http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/etCaptacion_lluvia.pdf.
- CEPIS (2004). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Guía de diseño para captación de agua de lluvia*. Recuperado el 06 de marzo del 2018 de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>
- CEPIS (2005). *Guías para el diseño de reservorios elevados de agua potable*. Recuperado el 09 de abril del 2018 desde <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/160espdisenoreservorioselevados.pdf>
- Chalco, G. (2016). *Evaluación, análisis y diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en Molino – Juli*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- CONAFOVI (2005). Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda – México. *Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. Recuperado el 20 de

- abril del 2018 desde <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2010/10/Uso-eficiente-del-agua-en-desarrollos habitacionales -CONAF.pdf>
- CONAGUA (2016). Comisión Nacional del agua – México. *Lineamientos técnicos: Sistema de captación de agua de lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel de vivienda*. Recuperado el 24 de mayo del 2018 desde https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/152776/LINEAMIENTOS_CAPTACION_PLUVIAL.pdf
- Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. *Diario Oficial El Peruano*. Perú, 07 de setiembre del 2017.
- Decreto Supremo N°007-2017-VIVIENDA, Aprueba la Política Nacional de Saneamiento. *Diario Oficial el peruano*. Perú, 29 de marzo del 2017.
- Decreto Supremo N° 015-2014-VIVIENDA, Reglamento Nacional de edificaciones – Norma E.010 Madera. *Diario Oficial El Peruano*. Perú, 08 de mayo del 2006.
- Fachín, A & Panduro, L. (2005). *Evaluación del aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico en Moyobamba*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Perú.
- FAO (2013). *Captación y Almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Chile. p.26. Recuperado el 09 de noviembre del 2017 desde <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.
- Gallardo, R. & Cornejo, S. (2010). *Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales*, España: GRUPOTAR, 7 -27.
- García, B. (2013). *Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García, E. (2009). *Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales*, Lima: Fondo Perú-Alemania. Recuperado el 12 de enero del 2018 desde <http://www.fcpa.org.pe/archivos/file/DOCUMENTOS/5.%20Manuales%20de%20proyectos%20de%20infraestructura/Manual%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf>

- García, J. (2012). *Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la ciudad de México*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de México, México.
- Guevara, J. (2003). *Métodos de estimación y ajuste de datos climáticos*, Venezuela: Gráficas León S.R. Recuperado el 02 de febrero del 2018 desde <https://books.google.com.pe/books?id=vFE1xpnaIQsC&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Hari, J. (2005). *The Texas Manual on Rainwater Harvesting*, Recuperado el 26 de abril del 2018 desde http://www.twdb.texas.gov/publications/brochures/conservation/doc/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf
- Hernández, F. (2013). *Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso*. Recuperado el 09 de febrero del 2018 desde http://licenciatura.iconos.edu.mx/k_angi/nueva/tienda/biblioteca/Manual%20Captacion%20de%20agua%20de%20lluvia.pdf.
- Hernández, L. (2014). *Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable en el caserío la Florida, Huasmín, Celendin, Cajamarca*. Perú. p. 122.
- Hernández, R. (2012). *Diseño de un sistema de captación y purificación de agua de lluvia mediante fotocátalisis solar*. (Tesis de maestría). Universia Nacional Autónoma de México, México.
- Herrera, L. (2010). *Estudio de alternativas para el uso sustentable del agua de lluvia*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México.
- INEI – Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). *Ingreso proveniente del trabajo*. Recuperado el 29 de julio del 2018 desde <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones-digitales/Est/Lib1105/cap06.pdf>.
- IRRI – Instituto Internacional de Recursos Renovables A.C. Proyecto Isla Urbana. (2009) *Captación de agua de lluvia, Manual de uso y mantenimiento para un sistema residencial, México*. Recuperado el 20 de abril del 2018 desde <http://ecotec.unam.mx/Ecotec//wp-content/uploads/Manual-de-Uso-y-Mantenimiento-de-un-sistema-residencial.pdf>.
- JICA (2015). *Guía práctica para cosechar el agua de lluvia. Ecuador*. Recuperado el 10 de abril del 2018 desde https://www.jica.go.jp/project/ecuador/001/materials/ku57pq000011cym2att/waterharvest_sp.pdf.

- Jiménez, V. (2017). *Estudio de factibilidad técnico económica de la captación y tratamiento de agua de lluvia en zona urbana*. (Tesis de maestría). Instituto Mexicano de la Tecnología del agua, México.
- León, R. (2016). *Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales*. (Tesis de pregrado). Pontífice Universidad Católica del Perú. Lima.
- Limachi, L. (2010). *Socioeconomía, Informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Amazonas*, convenio entre el IIAP y el Gobierno Regional de Amazonas. Iquitos – Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2011). *Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública. Resolución Directoral N°003-2011-EF/68.01*. Anexo SNIP 10. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/invpublica/docs/anexos/new_direc/nd_AnexoSNIP10ParAmetrosdeEvaluaciOn.pdf
- Ministerio de Salud Pública (2002). *Diseño de filtro casero para tratamiento del agua de consumo humano en comunidades indígenas de Guatemala*. Proceso de transferencia de tecnología Nicaragua - Guatemala. Recuperado el 08 de julio del 2018 desde <http://www.bvsde.paho.org/bvsapi/e/paises/guatemala/filtro.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2004). *Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales*. Recuperado el 10 de marzo del 2018 desde 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 (2017). *Política de Saneamiento*. Perú: Diario Oficial El Peruano.
- 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*. Recuperado el 24 de abril del 2018 desde https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_4_Criterios_seleccin_opciones_y_niveles_de_Servic_%20sistemas_de_agua_y_saneam_zonas_rurales.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2007), *Compendio Normativo de Saneamiento*. Recuperado desde <http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/CompendioNormativo.pdf>
- Moscoso, A. (2012). *Diseño de sistema de captación de lluvia para uso industrial*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

- Natalia, P. (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*: ISSN, p.5.
- Organización Mundial de la Salud (2009), *Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico*. Recuperado el 11 de marzo del 2018 desde <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/9-Usodomestico.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (2009), *Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud*. Recuperado el 12 de junio del 2018 desde <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*. Recuperado el 09 de agosto del 2018 desde <http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/coltasas/cap1.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (2018), *Agua Saneamiento y Salud*. Recuperado el 09 de junio del 2018 desde http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsh0207/es/index1.html
- Organización Mundial de la Salud (2006), *Tratamiento y desinfección de agua para consumo humano por medio de cloro*. Recuperado el 23 de junio del 2018 desde <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0214/doc0214.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*. Recuperado el 10 de abril del 2018 desde <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/miscela/criteriosas.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (2005), *Guía para el mejoramiento de la calidad del agua a nivel casero*. Recuperado el 02 de abril del 2018 de http://www.bvsde.opsoms.org/bvsac/guia/calde/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 (2004), *Tecnologías para abastecimiento de agua en poblaciones dispersas*. Recuperado el 21 de mayo del 2018 desde <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/170doc-tecnologias.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (2004), *Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: Teoría Tomo I*. Recuperado el 08 de abril del 2018 desde <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/5657/BIV00012.pdf>

- Pérez, A.; Palacios, O.; Anaya, M.; y Tovar, J. (2017). Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(6), 1427-1432
- Pessoa, J. (2006). *Sistema de aprovechamiento de Agua de Lluvia para vivienda Urbana*, Brasil: SEREA, p. 3.
- Phillips, V. (2010). *Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso*. Recuperado el 24 de Junio del 2018 desde http://licenciatura.iconos.edu.mx/k_angi/nueva/tienda/biblioteca/Manual%20Captacion%20de%20agua%20de%20lluvia.pdf
- Pizarro, Abarza, Morales, Calderón, Tapia, García y Córdova (2015). *Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile*. Recuperado el 20 de marzo del 2018 desde <http://ctha.utralca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/Manual%20Scalls%20Unesco%202015.pdf>
- Posadas, A. (2015). *Sistema de cosecha de agua pluvial y reutilización de aguas grises de regadera en vivienda unifamiliar* (Tesis de maestría) Universidad Autónoma del estado de México, Toluca, México.
- Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe. PHI – LAC (2015). *Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile*. Recuperado el 08 de abril del 2018 de <http://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual-Scalls-Unesco-2015.pdf>.
- Resolución Ministerial N° 647-2010-MINSA. Guía Técnica para la Implementación, Operación y Mantenimiento del “Sistema de Tratamiento Intradomiciliario de Agua para Consumo Humano – Mi Agua”. *Diario Oficial El Peruano*. Perú, 19 de agosto del 2010.
- Sagüi, G.; Madrigal, R.; y Estigarríbia, S. (2017). Adaptándose a la escasez de agua en comunidades rurales del corredor seco Centroamericano: Análisis de costo-beneficio para mejorar la provisión de agua potable en la comunidad de Maraco, Chiuimula, Guatemala. *Aqua-LAC.9* (2), 85-101. Recuperado de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/AquaLAC_Vo97N2Set2017_SaguiGomezNestor.pdf
- SENAMHI (2017). *Datos Históricos*. Recuperado el 28 de setiembre del 2017 desde <http://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica>. Consultado

UNATSABAR (2003). *Especificaciones Técnicas. Captación de agua de lluvia para consumo humano*. Perú. Recuperado el 13 de octubre del 2017 desde http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/etCaptacion_lluvia.pdf.

UNATSABAR (2004). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*. Recuperado el 12 de enero del 2018 desde <http://www.bvsde.opsoms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A. FORMATO DE ENCUESTA PILOTO

ENCUESTA PILOTO

I. Generalidades:

1. ¿Cuántas personas viven en tu casa?

6

II. Estudio de hábitos de consumo

2. ¿De dónde recoge el agua que consume?

Rio	
Quebrada	<input checked="" type="checkbox"/>
Vertiente	
Pozo	
Otro. ¿Cuál?	

3. ¿Qué tiempo demora en recoger agua (ida y vuelta)?

5 min.

4. ¿Cuántas veces al día recoge agua?

3

5. ¿Qué tipo de depósito utiliza para recoger agua?

Tipo	Volumen (Litros)	Cantidad
Gedem	5 litros	1

Tipo	Volumen (Litros)	Cantidad
Galón	19 litros	1

6. ¿Generalmente en que usa el agua que recoge?

Cocinar	<input checked="" type="checkbox"/>
Lavar	<input checked="" type="checkbox"/>
Aseo personal	
Otros, ¿Cuál?	<u>limpieza</u>

III. Aprovechamiento de agua de lluvia

7. ¿Actualmente aprovecha el agua de lluvia?

Si

No

8. ¿Estaria dispuesto a utilizar para su consumo, el agua de lluvia en su vivienda?

Si

No

¿Por qué?:

porque es limpia

Observaciones:

El techo de la vivienda es de calamina.
cuando dejan lavar ropa e bañarse tan a la fuente de agua.

ANEXO B. FORMATO DE ENCUESTA DEFINITIVA

ENCUESTA DEFINITIVA

I. Generalidades:

1. ¿Cuántas personas viven en tu casa?

6

2. ¿De qué material está construido su techo?

Calamina - Dormitorio / Cocina - Llanura

8. ¿En qué usa el agua que recoge?

Cocinar	<input checked="" type="checkbox"/>
Lavar ropa	
Lavar utensilios	<input checked="" type="checkbox"/>
Aseo personal	
Bebedero de animales	<input checked="" type="checkbox"/>
Riego	
Otros, ¿Cuál?	

II. Estudio de hábitos de consumo

3. ¿De dónde recoge el agua que consume?

Quebrada 01	
Quebrada 02	<input checked="" type="checkbox"/>
Quebrada 03	

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

10 minutos

5. ¿Cuánto tiempo se demora para recoger agua?

3 minutos

6. ¿Cuántas veces al día recoge agua?

3

7. ¿Qué tipo de depósito utiliza para recoger agua?

Tipo	Volumen (Litros)	Cantidad
Galon	5 lt	1
Bald	10 lt	1
Balde	4 lt	2
Balon	15 lt	3

9. ¿Con qué frecuencia lava su ropa?

veces/semana						
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. ¿Con qué frecuencia suele bañarse?

veces/semana						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

III. Aprovechamiento de agua de lluvia

11. ¿Usa el agua de lluvia?

Si No

Si la respuesta es no continuar con la siguiente pregunta:

12. ¿Estaría dispuesto a usar agua de lluvia?

Si No

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

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

Es limpia	<input checked="" type="checkbox"/>
Se ahorra tiempo	
Provee agua en casa	
Otro, ¿Cuál?	

Si la respuesta es no continuar con la siguiente pregunta:

Cuento con agua en casa	
Color del agua	
Sabor a lejía	
Otro, ¿Cuál?	

**ANEXO C. FORMATO DE FICHA DE MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA
PARA USO DOMÉSTICO EN LA COMUNIDAD AWAJUN DE JUMM**

FICHA DE MONITOREO

N°	Uso	Tipo de recipiente	Volumen (litros)	N° de veces vaciados	Observaciones

Distribución de roles para la colecta y acarreo de agua

Encargado	Hombre	Mujer	Niños
Veces/día			

Observaciones complementarias:

ANEXO D. DATOS DE PRECIPITACIÓN (MM/MES) REGISTRADOS POR LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA CHIRIACO

Tabla 46. Datos de precipitación (mm/mes) registrados por la Estación Meteorológica Chiriaco, periodo 1995 – 2007.

Mes/Año	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Enero	171.4	164.9	242.7	182.9	286.1	84	205.9	201.4	186.8	154.2	198	265.77	264.7
Febrero	93.5	258.1	383.2	293.2	295.3	291	276.6	267.5	253.2	159.7	347.2	305.5	92.4
Marzo	246.6	377.4	148.3	177.8	298.5	364.5	162.5	253	193.9	228.3	308.14	178	281.17
Abril	268.7	268.8	373.9	250	336	539.2	311.6	221.9	232.2	161	323.07	216.6	363.6
Mayo	190.8	294.1	273.2	257.5	377.1	242.9	240.5	278.2	303.5	246.84	214.42	305.8	301.2
Junio	217	150	155.2	198.5	182.9	211.5	108.5	104	333.8	145.18	145.65	239.1	272.4
Julio	78	98.4	100.5	153	185.9	132.99	194.58	255.2	160.6	180.9	130.92	105.5	121.7
Agosto	153.9	127.9	173.4	56.6	103	171.2	151.7	154.7	174.8	106.3	83.8	153.9	97
Septiembre	177.5	150.9	125.2	191.9	123	267.7	177.7	89.4	178.7	174	169.66	114.52	210.2
Octubre	138.81	185.3	126.1	339	245.8	164.5	178.9	238.4	304.4	426	199.14	179.8	159.13
Noviembre	157.6	235.9	311.3	219.4	89.9	109.6	232	309.4	141.3	342.2	218.07	251.59	477.4
Diciembre	126.2	268.4	266.5	152.4	348	305.1	175.77	195.8	266.9	304.9	195.4	320.3	213.7

Nota. Elaboración propia a base de datos proporcionados por SENAMHI.

Tabla 47. Datos de precipitación (mm/mes) registrados por la Estación Meteorológica Chiriaco, periodo 2008 – 2017.

Mes/Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	268.87	300.3	100.8	254.92	131.16	196.23	365.18	199.64	126.48	371.50
Febrero	362.4	309.6	176.8	188.42	215.33	247.24	92.68	141.32	207.64	161.90
Marzo	265.1	278.4	190.44	415.79	145.31	266.60	355.26	311.86	140.12	351.30
Abril	233.1	295.24	223.6	295.19	279.68	255.00	272.40	221.40	269.70	281.50
Mayo	254.4	270.4	206.15	303.37	171.35	281.48	356.19	227.54	165.23	211.42
Junio	224.8	140.6	174	191.19	205.95	171.90	186.30	143.40	198.60	208.00
Julio	223.3	197	173.1	251.71	159.03	160.27	127.41	188.79	170.81	155.10
Agosto	180.8	229.4	170.9	173.59	159.34	203.36	129.89	130.20	97.65	153.70
Septiembre	146.2	224.8	121.97	155.99	180.60	105.90	67.50	117.00	273.90	115.00
Octubre	210.5	270.42	117.9	231.46	236.53	230.64	310.00	173.60	93.00	197.30
Noviembre	294.9	257.1	217.3	220.79	141.30	192.00	271.80	165.60	261.90	207.50
Diciembre	108.2	217.6	323.9	365.37	308.45	247.69	213.59	274.04	280.86	202.20

Nota. Elaboración propia a base de datos proporcionados por SENAMHI.

ANEXO E. ASPECTO FÍSICO DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

Temperatura: Semicálido. La estación meteorológica Chiriaco indica como temperatura máxima anual 35.6 °C, temperatura mínima 19.2 °C. Siendo la temperatura promedio anual 27.4 °C (SENAMHI, 2018). La variación de la temperatura horaria es perceptible, el ambiente es muy caluroso y sofocante al medio día y cálido en la noche.

Relieve: Extensas franjas colinosas y montañosas (ZEE Geomorfología, 2010)

ANEXO F. ASPECTO SOCIAL DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

Años que habitan en la Comunidad de Juum

Los primeros pobladores fueron los esposos José Juum (de aquí el nombre de la Comunidad) y Juana Putumash. Quienes habitaron desde el año 2005.

Población total

Según los datos recolectados en la Encuesta realizada en la Comunidad de Juum, la población hasta diciembre del 2017 fue de 41 habitantes.



Figura 21. Población joven de la Comunidad Awajum de Juum

Densidad Poblacional (hab./ Vivienda): 7 hab/Vivienda.

Etnia o Familia Lingüística: Awajun

Gobernabilidad: Liderada por el Apu quien es la más alta autoridad de la Comunidad.

ANEXO G. ASPECTO SOCIOECONÓMICO

Actividad económica:

En la Comunidad Awajun de Juum la actividad económica prioritaria a la que se dedican es a la agricultura, siendo los principales cultivos: el plátano, la yuca y el maní. Estos productos son comercializados en Imasita.

En menor proporción trabajan como motoristas para transporte pluvial (manejo de pequeño).

Servicios

- Educación

Los pobladores en etapa escolar viajan hasta Imasita, para asistir a una institución básica de educación pública ya que en la Comunidad no hay ningún centro educativo.

- Alimentación

La alimentación está basada en productos propios de la zona tales como: yuca, carne de animales silvestres (añuje, majaz, armadillo), además pescado fresco, caldo de gallina, huevo, plátano sancochado o asado, preparados a base de chonta y suri. Para beber el masato y el chapo.

- Salud

No cuentan con establecimiento de salud, la población debe viajar hasta Imasita para ser atendida por la Microred de Salud Imaza. A continuación, se detalla la incidencia de enfermedades (EDAS e IRAS), que se presentan por causa de la calidad del agua de consumo en el distrito de Imaza.

Tabla 48. Incidencia de enfermedades en el distrito de Imaza, provincia de Bagua, departamento de Amazonas

Año	Nº de niños < 5 años con neumonía grave	Nº de niños < 5 años con IRAs	Nº de niños < 5 años con EDAs	Nº de niños < 5 años con EDAs disintéticas	Nº de niños < 5 años con parasitosis
2014	0.07	62.11	22.94	1.82	9.92
2015	0.29	261.04	57.96	4.08	20.37
2016	0.19	330.54	49.21	7.39	24.49
2017	0.25	409.24	37.62	6.84	15.80
2018	0.08	605.43	7.24	2.30	3.76

Nota. Recuperado de DIRESA (2018).

ANEXO H. ASPECTO AMBIENTAL DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

Fuentes Hídricas:

- **Cuenca Hidrográfica:** Marañón.
- **Fuentes de agua de la Comunidad Awajun de Juum**

No cuentan con servicio de agua potable, consumen agua no tratada, que es transportada desde su nacimiento hacia partes más cercanas a la población, quienes acondicionaron el entorno para permitir recoger y usar el agua para todos sus usos.

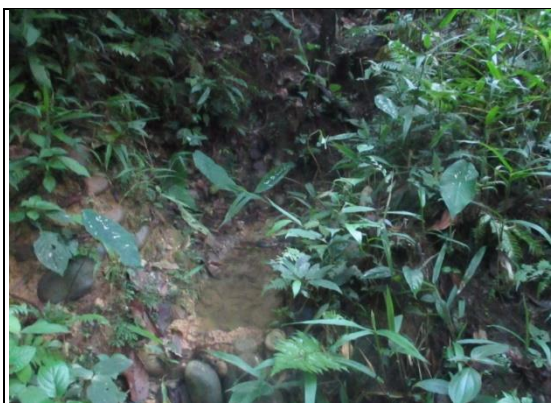


Figura 22. Manantial de la Comunidad de Juum



Figura 23. Primera fuente de agua



Figura 24. Segunda fuente de agua.



Figura 25. Tercera fuente de agua.

Oferta actual del agua en la Comunidad Awajun de Juum

Tabla 49. Oferta actual del agua en la Comunidad Awajun de Juum

Quebrada	Caudal (l/seg)
01	0.00785
02	0.0477
03	0.1501

Nota. l = litros. seg = segundos.

Elaboración propia.



Figura 26. Cálculo del caudal de la

Flora

De los muestreos forestales de INADE,2002 (Citado por la ZEE - Vegetación, 2010, p.22), en el sector Imaza, a partir de individuos con DAP \geq 10 cm fueron registrados 17 especies de árboles como, “shimbillo” o “sampi” *Inga sp.* “copal” *Protium sp.* “caimitillo” o “quinilla” *Pouteria sp.* “cumala” o “pucuna”, “caspi” o “tsempu” *Iryanthera sp.* “shiringa” *Hevea sp.* “cumala” *Virola sp.* entre otras, asociadas con helechos arbóreos de *Alsophylla* y *Cyathea.*, “tornillo” *Cedrelinga cateniformis*, “ishpingo” *Amburana cearensis*, “moena” *Aniba sp.*, “Cumala” *Virola sp.*, “sapote” *Matisia cordata*, “moena amarilla” *Nectandra sp.*, “carahuasca” *Guatteria sp.*, “gutapercha” *Sapium sp.*, “huairuro” *Ormosia sp.*, “chiringa” *Hevea sp.* “sangre de grado” *Croton sp.*, y otras, asociadas con palmeras de “huasai” *Euterpe predatoria*, “huacrapona” *Iriartea deltoidea*, “chambira” *Astrocaryum chambira*, “ungurahui” *Oenocarpus bataua*, “ungurahui”, entre otras.

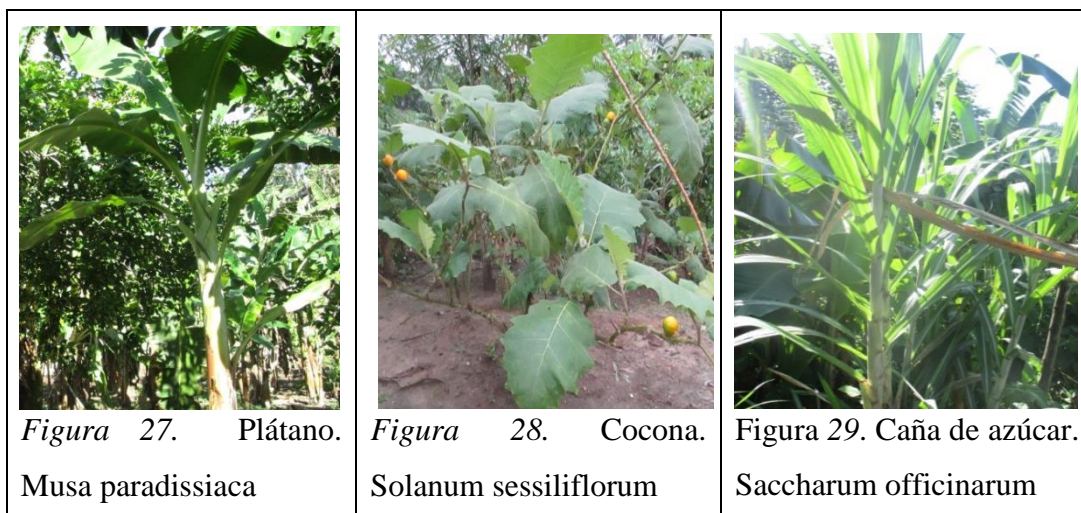
Los datos que se logró recolectar en campo para este apartado son los siguientes:

Frutas: Uvillas, zapote, sachamango, guaba, chupe, purpur, cocona, papaya, piña, plátano, caimito, aguaje, pijuayo, chambira, coco, naranja.

Árboles Madereros: Tornillo, cedro, pauñet, Capirona, jimagma, shiringa, pangacina, nogal, chonta.

Plantas usadas para techar viviendas: Llarina, bombonaje, chonta.

Otros: Cacao, yuca, mani, maíz amarillo, frejol, zapallo, caigua, limón ácido, toronja, pijuayo.



- **Fauna**

Animales domésticos: Chanco, gallina, pato, cuy, pavo, gato.

Animales del campo: Armadillo, ñuje, majaz, ardilla, sajino, conejo, zorro.

Peces: Boquichico, sungaro (50 a 70 Kg), doncello, mota, bagres, gamitana y carachamas.

Aves: Huataraco, paloma, lechuza, murciélago, escotorra, paucal, chiclon, loro.

Reptiles: Iguana, lagartija, serpientes, boa (en el rio Mañarón).

- **Análisis de la situación ambiental**

Cambio de uso de suelos

El uso predominante del suelo es forestal, habiendo extensas áreas de bosque primario. La ampliación de la frontera agrícola es poco significativa aún. La agricultura se realiza mayormente en zona inundable.

Identificación de peligros en la zona de estudio

Por entrevista se identificó que la Comunidad ha presentado casos de inundaciones en los años 2007, 2008, 2009, 2011 y 2014 a causa de las precipitaciones pluviales intensas que modifican la dinámica fluvial del rio Marañón, el cual provoca pérdida de terreno de cultivo y áreas no aptas para vivienda, razón por la cual la población se trasladó a las partes más altas. No se presenta deforestación de ladera de alto impacto, por lo que el área no es susceptible a ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y huaycos.

Saneamiento

El 100% de las viviendas de la Comunidad de Juum cuenta sólo con letrinas.



Figura 30. Letrinas usadas en la Comunidad Awajum de Juum.

Energía eléctrica

Algunas de las familias de la Comunidad Awajun de Juum cuenta con paneles solares.

ANEXO I. CARACTERÍSTICAS DE UNA VIVIENDA ESTANDAR EN LA COMUNIDAD AWAJUN DE JUUM

Las viviendas en la Comunidad Awajun de Juum son hechas en su mayoría con material propio de la zona, las paredes son de madera (tornillo, cedro, pauñet, Capirona, pangacina, nogal y chonta). En cuanto al techo presenta las siguientes características:

Tabla 50. Características del techo de una vivienda estandar en la Comunidad Awajun de Juum

Tipo de techo	Material	Área (m ²)	Altura (m)	Inclinación (°)	ET
Doble agua	Calamina	60	4	30	Bueno

Nota. ET = Estado del techo. Elaboración propia.



Figura 31. Vivienda estándar en la Comunidad Awajun de Juum

ANEXO J. CANALETAS DE BAMBÚ EN LA COMUNIDAD AWAJUN DE JUUM



Figura 32. Canaleta de bambú usadas por la Comunidad Awajun de Juum, 2017.

ANEXO K. TÉCNICA DE FILTRACIÓN PRACTICADA EN LA COMUNIDAD AWAJUN DE JUUM



Figura 33. Técnica de filtración practicada en la Comunidad Awajun de Juum

ANEXO L. RECIPIENTES USADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE AGUA EN LA COMUNIDAD AWAJUN DE JUUM



Figura 34. Recipientes usados para la recolección y almacenamiento de agua en la Comunidad Awajun de Juum

**ANEXO M. USO ACTUAL DEL AGUA DE LLUVIA POR LA COMUNIDAD
AWAJUM DE JUUM**



Figura 35. Aprovechamiento del agua de lluvia para lavar utensilios de cocina.



Figura 36. Aprovechamiento del agua de lluvia para beber.

**ANEXO N. MÉTODOS ACTUALES USADOS PARA LA RECOLECCIÓN DEL
AGUA DE LLUVIA EN LA COMUNIDAD AWAJUM DE JUUM.**



Figura 37. Recolección usando un plástico.



Figura 38. Recolección usando planchas de calamina





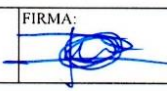
Figura 39. Recolección desde el final de la canaleta.

ANEXO O. CONSULTA DE OPINIÓN A LA POBLACIÓN



Figura 40. Participación de la población en la elaboración de las alternativas para el diseño del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia.

ANEXO P. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA DE LLUVIA Y QUEBRADAS

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFT-0036	Versión: 01	
INFORME DE ENSAYO		Página: 01		
INFORME DE ENSAYO N°		LAB17-AA-225		
1. DATOS GENERALES.				
RAZÓN SOCIAL O NOMBRE DIRECCIÓN RUC / DNI REFERENCIA PROCEDENCIA PRESENTACIÓN MUESTREO POR FECHA Y HORA DE COLECTA FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN FECHA Y HORA DE INICIO DE ENSAYOS FECHA Y HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE TIPO DE AGUA LUGAR DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	JIMÉNEZ YOPLAC GEIDY YECENIA JR SANTA LUCIA N°165 74377822 TESIS COMUNIDAD NATIVA DE JUUM, DISTRITO DE IMAZA, PROVINCIA 1 BOTELLA DE PLASTICO TRASLUCIDO DE 3 L JIMÉNEZ YOPLAC GEIDY YECENIA domingo, 17 de septiembre de 2017 06:26:00 a.m. viernes, 01 de diciembre de 2017 03:20:00 p.m. viernes, 01 de diciembre de 2017 03:03:00 p.m. martes, 12 de diciembre de 2017 08:30:00 a.m. M1 AGUA DE LLUVIA MB/ FQ			
AUTORIZADO Y REALIZADO POR: Jesús Rascón Barrios	FUNCIONES: Responsable del Área de Análisis Físicoquímico de Aguas	FIRMA: 		
2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.				
PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
pH	Método 4500-H ⁺ ; APHA, AWWA, WPFC.	pH	>0.001	6,67
T ° (in situ)	Método 2550B; APHA, AWWA, WPFC.	°C	>0.1	#
TURBIDEZ	-	UNT	>1	0
OXÍGENO DISUELTO	Método 4500-O G; APHA, AWWA, WPFC.	mg/L	<0.01	#
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Método 2510 B; APHA, AWWA, WPFC.	µS/cm ²	>0.1	10,6
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	-	mg/L	-	6,4
SÓLIDOS TOTALES	Método 2540 B; APHA, AWWA, WPFC.	mg/L	>0.1	0,0001
PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
ALCALINIDAD	Método 2320B; APHA, AWWA, WPFC.	ppm CaCO ₃	>0.5	131,670
CLORUROS	Método 4500-Cl-B; APHA, AWWA, WPFC.	ppm Cl ⁻	>0.355	10,350
DUREZA	Método 2340C; APHA, AWWA, WPFC.	ppm CaCO ₃	>0.5	36,058
NITRATOS	Método 8039; HACH.	ppm NO ₃	>0.1	0,598
NITRITOS	Método 8507; HACH.	ppm NO ₂	>0.001	#
SULFATOS	Método 375.4; EPA.	ppm SO ₄	>1.0	1,640
FOSFATOS	Método 8190; HACH.	ppm PO ₄	>0.04	#
AMONIO	Método 4500 NH ₃ C; APHA, AWWA, WPFC.	ppm NH ₄	>0.02	#
D.B.O. ₅	Método 8043; HACH: Dilución	mg/L de O ₂	>0.01	#
D.Q.O.	Método 8000; HACH: Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	>0.7	#

L. D.= Límite mínimo de detección del método. U.D.= Unidad de Medida. #= Parámetro no solicitado. MB=Área de Análisis Microbiológico. FQ= Área de Análisis Físicoquímico

Figura 41. Resultados de análisis físico químico y microbiológico de agua de lluvia con 3 meses de almacenamiento

INFORME DE ENSAYO N° : LAB17-AA-225

3. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

GRUPO COLIFORMES				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	3
COLIFORMES TOTALES	Técnica Estandarizada de Fermentación en Tubo Multiple(NMP) de Coliformes Totales	NMP/100mL	NMP	0,0
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C; APHA, AWWA, WPFC: Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	0,0
E. COLI	Método 9225-B; APHA, AWWA, WPFC: Diferenciación de Bacterias Coliformes	NMP/100mL	NMP	0,0

GRUPO ESTREPTOCOCOS				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶	-	#
ESTREPTOCOCOS	Método 9230-B; APHA, AWWA, WPFC: Técnica de Tubo Multiple	NMP/100mL	NMP	#
ENTEROCOCOS	Método 9230-B; APHA, AWWA, WPFC: Técnica de Tubo Multiple	NMP/100mL	NMP	#

SALMONELLA				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
SALMONELLA	Método 9260-B; APHA, AWWA, WPFC: Procedimientos Generales Cualitativos de Aislamiento e Identificación de <i>Salmonella</i>	PRESENCIA / AUSENCIA	P/A	#

VIBRIO CHOLERAEE				
PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	MUESTRA
V. CHOLERAEE	Método 9260-H; APHA, AWWA, WPFC: <i>Vibrio cholerae</i>	PRESENCIA / AUSENCIA	P/A	#

L. D.= Límite mínimo de detección del método. #= Parámetro no solicitado.

* OBSERVACIONES	LA MUESTRA FUE TRAIDA AL LABORATORIO TRES MESES DESPUÉS DE LA RECOLECTA. POR TANTO EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO NO ES FIABLE YA QUE TIENE QUE SER REALIZADO COMO MÁXIMO 24 HORAS DESPUÉS DE LA RECOLECTA. SE RECOMIENDA HACER OTRA RECOLECTA Y TRAERLA ANTES DE LAS 24 HORAS PARA TENER UN ANÁLISIS CONFIABLE. LOS PARÁMETROS DE COLOR, COBRE, HIERRO, MAGNESIO Y ALUMINO NO SE ANALIZAN EN ESTE LABORATORIO
-----------------	--

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
 Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

CC. A/c: _____

Recibi Conforme: _____

Nombre: _____

DNI: _____

Fecha y Hora: _____

Firma de Conformidad 


UNIVERSIDAD NACIONAL
"TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
LABISAG


 Bigo. FERNANDO COBROTO DE LA FUENTE
 RESPONSABLE

Calle Higuer Urco N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 104 - Chachapeyas - Amazonas - Perú
 labisag@unm.edu.pe / labisag@mdes-ces.edu.pe

Figura 42. Resultados de análisis físico químico y microbiológico de agua de lluvia con 3 meses de almacenamiento

Clien



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Código:
CCFTG-0036

Versión:
01

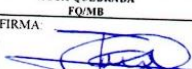
INFORME DE ENSAYO

Página: 01

INFORME DE ENSAYO N° : LAB17-AA-237 LAB17-AA-238 LAB17-AA-239 LAB17-AA-240

1. DATOS GENERALES

RAZON SOCIAL O NOMBRE: JIMÉNEZ YOPLAC GEIDY YECENIA
 DIRECCIÓN: JR SANTA LUCIA N°165
 REFERENCIA: 74377822
 PROCEDENCIA: TESIS
 PRESENTACIÓN: COMUNIDAD NATIVA DE JUUM, DISTRITO DE IMAZA, PROVINCIA DE BAGUA, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS
 MUESTREO POR: I BOTELLA DE PLASTICO TRASLUCIDO DE 3 L.
 FECHA DE COLECTA: 17/12/2017
 HORA DE COLECTA: 06:12:00 p.m.
 FECHA DE RECEPCIÓN: 17/12/2017
 HORA DE RECEPCIÓN: 03:05:00 p.m.
 FECHA DE INICIO DE ENSAYOS: 21/12/2017
 HORA DE INICIO DE ENSAYOS: 03:42:00 p.m.
 FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO: 21/12/2017
 HORA DE EMISIÓN DEL INFORME DE ENSAYO: 03:20:00 p.m.
 CÓDIGO DE MUESTRA CLIENTE: 21/12/2017
 TIPO DE AGUA: 04:00:00 p.m.
 LUGAR DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS: 29/12/2017
 MLL-BJ-GYJY N° 02: AGUA LLUVIA FQ/MB MQSN-BJ-GYJY N° 1: AGUA QUEBRADA FQ/MB MQSN-BJ-GYJY N° 2: AGUA QUEBRADA FQ/MB MQSN-BJ-GYJY N° 3: AGUA QUEBRADA FQ/MB

AUTORIZADO Y REALIZADO POR: Jesús Rascón Barrios **FUNCIONES:** Responsable del Área de Análisis Físicoquímico de Aguas **FIRMA:** 

2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.

PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB17-AA-237	LAB17-AA-238	LAB17-AA-239	LAB17-AA-240
pH	Método 4500H ⁺ . APHA, AWWA, WPCF	pH	0.001	6,28	6,42	#	#
T [°] (in situ)	Método 2550B. APHA, AWWA, WPCF	°C	0.1	#	#	5,67	6,13
TURBIDEZ	-	UNT	-1	1,0	#	#	#
OXÍGENO DISUELT	Método 4500-O G. APHA, AWWA, WPCF	mg/L	0.01	#	1,0	1,0	1,0
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Método 2510 B. APHA, AWWA, WPCF	µS/cm ²	0.1	14,7	44,1	#	#
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	-	mg/L	-	8,8	26,5	24,7	20,7
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Método 2540 B. APHA, AWWA, WPCF	mg/L	0.1	#	#	#	12,4

PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB17-AA-237	LAB17-AA-238	LAB17-AA-239	LAB17-AA-240
ALCALINIDAD	Método 2320B. APHA, AWWA, WPCF	ppm CaCO ₃	0.5	#	#	#	#
CLORUROS	Método 4500-Cl-B. APHA, AWWA, WPCF	ppm Cl ⁻	0.355	13,50	8,10	15,30	13,50
DUREZA	Método 2340C. APHA, AWWA, WPCF	ppm CaCO ₃	0.5	9,834	27,863	49,170	22,946
NITRATOS	Método 8039. HACH	ppm NO ₃	0.1	0,379	3,227	1,255	0,598
NITRITOS	Método 8507. HACH	ppm NO ₂	0.001	#	#	#	#
SULFATOS	Método 375 A. EPA	ppm SO ₄	1.0	<1	5,39	#	#
FOSFATOS	Método 8190. HACH	ppm PO ₄	0.04	#	#	2,43	<1
AMONIO	Método 4500 NH ₃ C. APHA, AWWA, WPCF	ppm NH ₃	0.02	#	#	#	#
D.B.O. ₅	Método 8043. HACH Dilución	mg/L de O ₂	0.01	#	#	#	#
D.Q.O.	Método 8001. HACH Digestión de Reactor	mg/L de O ₂	0.7	#	#	#	#

3. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

GRUPO COLIFORMES

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB17-AA-237	LAB17-AA-238	LAB17-AA-239	LAB17-AA-240
DILUCIÓN	Numero Más Probable	10 ⁵	-	3	3	3	3
COLIFORMES TOTALES	Técnica Estándarizada de Fermentación en Tubo Multiplex (NMP) de Coliformes Totales	NMP/100mL	NMP	0,0	540,0	6,8	6,8
COLIFORMES FECALES	Método 9221-C. APHA, AWWA, WPCF Procedimiento de NMP para Coliformes Fecales	NMP/100mL	NMP	0,0	15,0	4,0	4,0
E. COLI	Método 9225-B. APHA, AWWA, WPCF Diferenciación de Bacterias Coliformes	NMP/100mL	NMP	#	#	#	#

GRUPO ESTREPTOCOCOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB17-AA-237	LAB17-AA-238	LAB17-AA-239	LAB17-AA-240
DILUCIÓN	Numero Más Probable	10 ⁵	-	3	3	3	3
ESTREPTOCOCOS	Método 9204-B. APHA, AWWA, WPCF Técnica de Tubo Multiplex	NMP/100mL	NMP	#	#	#	#
ENTEROCOCOS	Método 9230-B. APHA, AWWA, WPCF Técnica de Tubo Multiplex	NMP/100mL	NMP	#	#	#	#

SALMONELLA

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB17-AA-237	LAB17-AA-238	LAB17-AA-239	LAB17-AA-240
SALMONELLA	Método 9204-B. APHA, AWWA, WPCF Procedimiento Generalizado Cualitativo de Aislamiento e Identificación de Salmonella	PRESENCIA/AUSENCIA	P/A	#	#	#	#

V. CHOLERAE

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	LAB17-AA-237	LAB17-AA-238	LAB17-AA-239	LAB17-AA-240
V. CHOLERAE	Método 9204-H. APHA, AWWA, WPCF Técnica de Tubo Multiplex	PRESENCIA/AUSENCIA	P/A	#	#	#	#

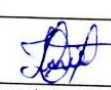
L. D - Límite mínimo de detección del método. U.D - Unidad de Medida. # - Parámetro no solicitado. MB - Área de Análisis Microbiológico. FQ - Área de Análisis Físicoquímico

* OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON TRAJIDAS A LA RISAG 4 DIAS DESPUES DE LA COLECTA, A DEMAS DE VENIR EN ENVASES NO ESTERILES, POR LO QUE HAY PARAMETROS QUE SE VEN COMPROMETIDOS Y QUE NO SE AJUSTAN A LA REALIDAD, SOBRE TODO COLIFORMES.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras citadas.
 Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Recibi Conforme:
 Nombre:
 DNI:
 Fecha y Hora:



Firma de Conformidad

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**
LABISAG
 Bto. FERNANDO CORROTO DE LA FUENTE
 RESPONSABLE

Calle Hipólito Uco N° 3423-350-356 - Calle Universidad N° 301 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
 labisag@unima.edu.pe - labisag@unima.com.edu.pe

Figura 43. Resultados de análisis físico químico y microbiológico de agua de lluvia con 4 días de almacenamiento

ANEXO Q. PLANO DEL DISEÑO DE SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO

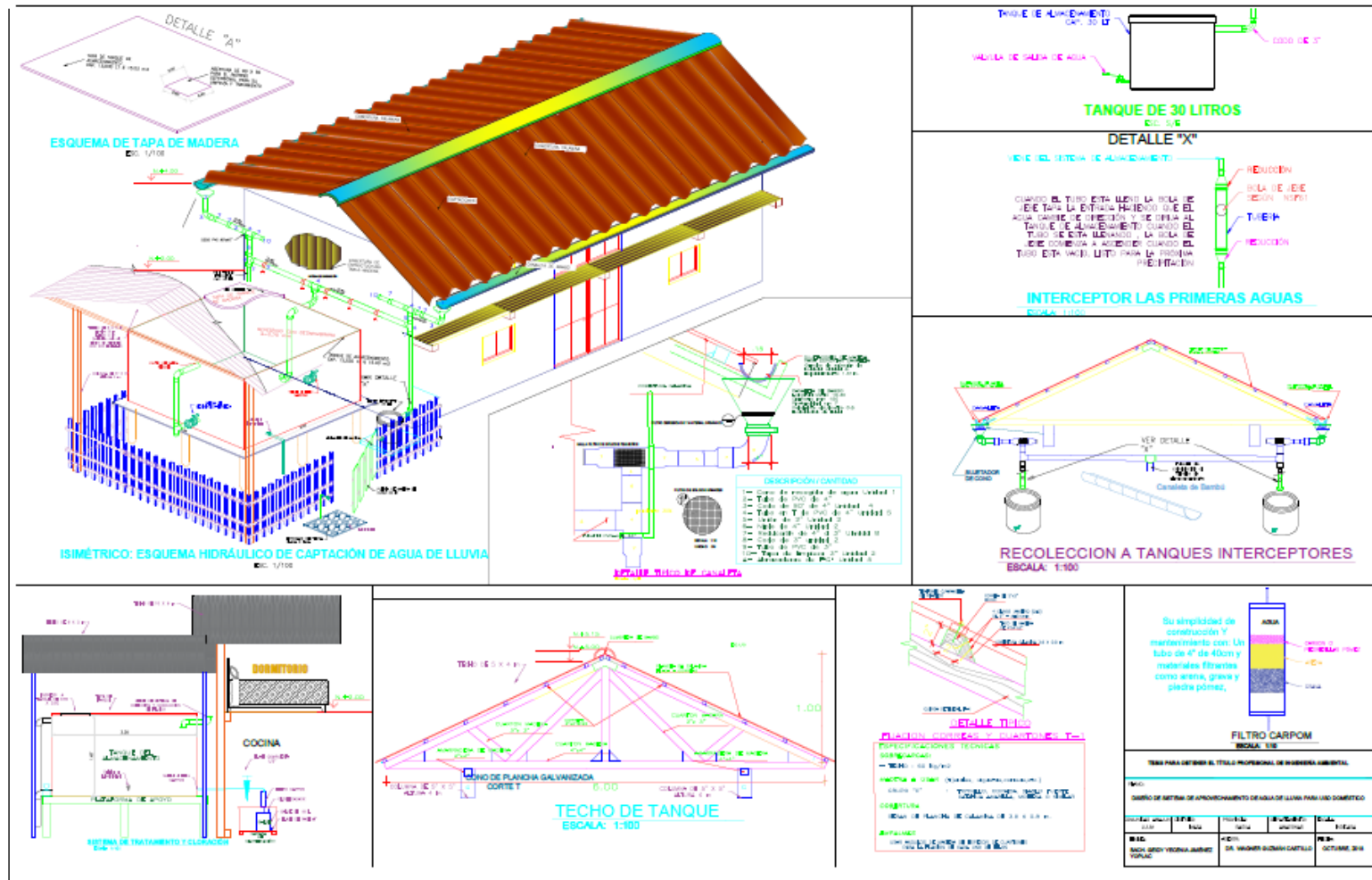


Figura 44. Plano del diseño de sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico

**ANEXO R. ACTIVIDADES PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE
CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA**

Tabla 51. Actividades para el mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia

Componente	Actividad	Frecuencia	Materiales necesarios
Techo	Limpieza	Antes del mes más lluvioso.	Escalera, escoba, rastillo, balde, pala.
	Inspección de ganchos de sujeción y soporte de	Semestral	Ninguno
Canaleta	bajada de agua		
	Limpieza	Semestral	Escoba
Sistema de conducción	Limpieza de filtro de solidos grandes	Mensual	Manual, no requiere materiales
	Limpieza de filtro de solidos pequeños	Después de los primeros 10 min de cada evento de lluvia	Manual, no requiere materiales
	Lavado	Mensual	Manual, no requiere materiales
Interceptor	Descarga del agua de lluvia	Después de cada evento de lluvia	Manual, no requiere materiales
	Retiro y reemplazo del material filtrante	Cada vez que se presente reducción de la velocidad de filtración de agua (demore más de lo normal que el agua filtre)	Material filtrante de reemplazo.
	Lavado	Al menos una vez al año. (marzo)	Balde, escobilla, escoba, trapo.
Tanque	Verificación de fugas	Semestral	Ninguno

Nota. Recuperado de BVSDE – Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (2018).

Tabla 52. Actividades para el mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia

Componente	Actividad	Frecuencia	Materiales necesarios
Tanque	Lavado	Al menos una vez al año. (marzo)	Balde, escobilla, escoba, trapo.
	Verificación de fugas	Semestral	Ninguno
	Limpieza del entorno del tanque para eliminar malezas	Mensual	Pico, pala, machete, rastrillo
	Limpieza del entorno del tanque para eliminar insectos.	Semanal	Escoba.
Al sistema en general	Reparaciones o reemplazo de accesorios que presenten fugas.	Ocasional (Cuando se presente el caso)	Canaleta, grifo o accesorio

Nota. Recuperado de BVSDE – Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (2018).

ANEXO S. CÁLCULO DEL COSTE DE OPORTUNIDAD DEL TIEMPO DE ACARREO

Para el coste de oportunidad del tiempo de acarreo, se consideró los ingresos económicos por parte de los miembros de la comunidad awajum, diferenciados para hombres y mujeres.

Tabla 53. Costo de oportunidad considerando el ingreso promedio mensual (soles) proveniente del trabajo por grupos sociales de lengua nativa en el ámbito rural, 2004, 2008 y 2012.

Área de residencia	2004	2008	2012	Promedio
Rural	259.80	371.00	534.50	388.40

Nota. Recuperado de Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Hogares (2004,2008 y 2012).

El costo monetario del tiempo promedio por hogar varía entre hombres y mujeres.

Tabla 54. Ingreso promedio mensual proveniente del trabajo de la población ocupada según género y área de residencia, 2007 – 2016

Área de residencia	Ingreso promedio por género, periodo 2007 - 2016		
	Género	Soles/mes	Porcentaje (%)
Rural	Hombres	646.00	64.14
	Mujeres	361.20	35.86
	Total	1007.20	100

Nota. Recuperado de Instituto Nacional de Estadística e informática, 2007 - 2016.

En una familia, el ingreso proveniente del trabajo del hombre es el 64.14% del total del ingreso por hogar y el trabajo de la mujer es sólo el 35.86%. Estos porcentajes fueron utilizados para determinar el coste monetario del tiempo promedio por hogar para hombres y mujeres en zonas rurales de lengua nativa.

Tabla 55. Coste monetario del tiempo promedio por hogar para hombres y mujeres en zonas rurales de lengua nativa.

Género	%	Soles/mes	Soles/hora
Hombres	64.14	249.10	1.00
Mujeres	35.86	139.30	0.60
Total	100	388.40	1.60

Nota. Elaboración propia.