

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a seated man, likely a saint or scholar, holding a book. Above him is a crown. To the left is a castle and to the right is a lion. The seal is surrounded by Latin text: 'UNIVERSITAS SAN CAROLINI CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA' at the top and 'CETTERA REBUS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA' at the bottom.

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO EN LA
ALDEA SHUSHO ARRIBA, PROVENIENTE DE LA MICROCUENCA RÍO
SHUSHO DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, DEPARTAMENTO DE
CHIQUIMULA

FLAVIO AROLD MONASTERIO ABZÚN

CHIQUIMULA, GUATEMALA, FEBRERO 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO EN LA
ALDEA SHUSHO ARRIBA, PROVENIENTE DE LA MICROCUENCA RÍO
SHUSHO DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, DEPARTAMENTO DE
CHIQUIMULA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

FLAVIO AROLD MONASTERIO ABZÚN

Al conferírsele el título de

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, FEBRERO 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



RECTOR

M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Inga. Evelin Dee Dee Sumalé Arenas
Representante de Estudiantes:	P.C. Diana Laura Guzmán Moscoso
Representante de Estudiantes:	M.E.P. José Roberto Martínez Lemus
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	M.A. Marlon Alcides Valdez Velásquez

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. David Horacio Estrada Jerez
Secretario:	Inga. Agra. Magda Irene Medrano Guerra
Vocal:	M.Sc. José Ramiro García Álvarez

TERNA EVALUADORA

M.S.c. Víctor Augusto Sandoval Roque
M.Sc. Fredy Samuel Coronado López
M.A. Hugo David Córdón y Córdón

Chiquimula, febrero de 2019.

Señores:
Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Ciudad de Chiquimula

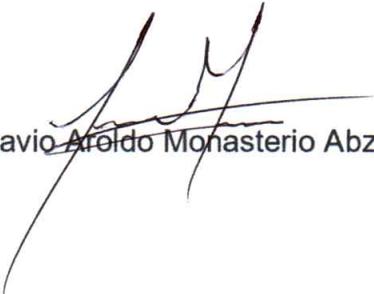
Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: **“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO EN LA ALDEA SHUSHO ARRIBA, PROVENIENTE DE LA MICROCUENCA RÍO SHUSHO DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2019”**, como requisito previo a optar el título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios de aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente:

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Flavio Aroldo Monasterio Abzún

Chiquimula, 05 de noviembre de 2018.

Ing. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director CUNORI
Chiquimula, Ciudad

Respetable Ingeniero Coy:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación de la Carrera de Gestión Ambiental Local, para asesorar al estudiante **Flavio Aroldo Monasterio Abzún** en el trabajo de investigación denominado **“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DE USO DOMESTICO EN LA ALDEA SHUSHO ARRIBA, PROVENIENTE DE LA MICROCUENCA RIO SHUSHO DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**, tenemos el agrado de dirigirnos a usted, para informarle que hemos procedido a asesorar y orientar al sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En nuestra opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomendamos la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local , en el Grado Académico de Licenciado.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. José Ramiro García Álvarez
Asesor

D-TG-AT-012/2019

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **FLAVIO AROLDI MONASTERIO ABZÚN** titulado “**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO EN LA ALDEA SHUSHO ARRIBA, PROVENIENTE DE LA MICROCUENCA RÍO SHUSHO DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**”, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Gestión Ambiental Local. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a quince de febrero de dos mil diecinueve.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
DIRECTOR
CUNORI – USAC



ACTO QUE DEDICO

MI PADRE CELESTIAL:

Por su amor eterno y las incalculables bendiciones, por ser mi fortaleza y guía en cada instante de mi vida, por protegerme, por darme la oportunidad de obtener sabiduría y por permitirme obtener este logro en mi vida.

A MIS PADRES:

Elder Aroldo Monasterio Evans y Mara del Carmen Abzún Pérez por su infinito amor y apoyo incondicional, por el sacrificio incalculable que han hecho por mí al guiarme en mi camino. Este triunfo se los dedicado a ustedes, es el fruto de lo que han sembrado. Los amo.

A MIS HERMANOS:

Isis Anais Monasterio Abzún, Noé Josué Monasterio Abzún y Ayli Adalí Monasterio Abzún por su amor y apoyo incondicional, los amo.

A MIS ABUELOS (AS):

A mis abuelitos y abuelitas por su amor, consejos y por haberme dado unos buenos padres, cada uno tiene un lugar importante en mi corazón.

A MIS TÍOS (AS):

Por su apoyo, muestras de cariño y ser parte de la guía en mi camino, porque para mí son especiales e importantes.

A MIS PRIMOS (AS):

Por su apoyo y afecto que han tenido por mí, quienes siempre me han brindado su amistad, son parte importante en mi vida.

A MIS AMIGOS (AS):

Por los grandes momentos vividos, por su amistad, consejos y darme apoyo durante mi vida.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-:

Por ser mi casa de estudios y abrirme las puertas para adquirir nuevos conocimientos.

A LA CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL:

Por darme la oportunidad de prepararme como profesional, por los conocimientos adquiridos y haber brindado las herramientas necesarias que ayudaron en mi formación como profesional.

A LA ASOCIACIÓN DE FORESTERIA COMUNITARIA DE GUATEMALA “UTZ CHE”:

Por incrementar y fortalecer mis conocimientos en formarme como profesional, por confiar en mis capacidades y permitirme formar parte de la red Utz Che’.

A MIS CATEDRÁTICOS:

Por pasarme su conocimiento, por haberme brindado su apoyo, consejos y por las capacidades que construyeron en mi para mi formación como profesional.

A MIS COMPAÑEROS (AS):

Por todos los buenos momentos compartidos, porque siempre exista unión y compañerismo entre nosotros.

A MIS ASESORES:

M.Sc. Ramiro García Alvarez y Lic. Abner Mardoqueo Rodas Arzet, por su valioso apoyo, paciencia, disposición en este proceso que ha sido fundamental en la elaboración de este trabajo.

A ISRAEL TORRES:

Por su dedicación y apoyo en la fase de campo, fundamental para la elaboración de este trabajo.

A T.U.A ALCIDES WALDEMAR CABRERA MACHORRO:

Por brindarme de su tiempo, ayuda y conocimiento en temas de sistemas de información geográfica.

**A INGA. AMB.
VIVIAN CECIBEL CERÓN ELÍAS:**

Por el apoyo incondicional en la fase de análisis físico-químico y bacteriológico del agua, realizado en el laboratorio ambiental de CUNORI.

**A LIC. LUIS ELISEO VÁSQUEZ
CHEGÜÉN:**

Por su disposición, orientación y ayuda brindada en el análisis estadístico en la elaboración de este trabajo.

A MIS EVALUADORES:

M.Sc. Fredy Samuel Coronado López.
M.A. Hugo David Cordón e Ing. Víctor Augusto Sandoval, por su disposición, y ayuda en el proceso, su guía ha sido parte fundamental para la elaboración de este trabajo.

A TODOS (AS):

Quienes de una u otra forma colaboraron con la realización de este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	vi
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
4. JUSTIFICACIÓN	5
5. OBJETIVOS	6
5.1. Objetivo general	6
5.2. Objetivos específicos	6
6. MARCO TEORICO	7
6.1. Importancia del recurso hídrico	7
6.2. Evolución del consumo de agua a nivel mundial	7
6.3. Importancia del agua para consumo humano	8
6.4. Importancia del agua para uso doméstico	8
6.5. Índice de Calidad de Agua (ICA)	10
6.6 Caudal	10
6.7. Consideraciones políticas y legales con respecto a la valoración económica del recurso hídrico	11
6.8. Evolución del concepto económico del agua potable	13
6.9. Importancia de la valoración económica de los servicios ambientales	14
6.10. Importancia del valor económico del recurso hídrico	14
6.11. El rol de la valoración económica en la gestión del recurso hídrico	15
6.12. Pago por servicios ambientales	15
6.13. Métodos de valoración económica para el recurso hídrico	16
6.14. Aspectos conceptuales relacionados con la valoración contingente	18
7. MARCO REFERENCIAL	20
7.1 Ubicación del área de estudio	20
7.2. Zonas de vida	20

7.3. Temperatura	21
7.4. Precipitación pluvial	22
7.5. Extensión	22
7.6. Hidrografía	22
7.7. Investigaciones relacionadas con el tema	23
8. MARCO METODOLÓGICO	27
8.1. Determinación del área de estudio	27
8.2. Caracterización socio económica y socio ambiental	27
8.3. Parámetros a evaluar para determinar el Índice de Calidad del Agua -ICA-	27
8.4. Método de análisis para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos	30
8.5. Estimación del Índice de Calidad del Agua (ICA)	30
8.6. Determinación de caudales	36
8.7. Servicio ambiental a valorar	36
8.8. Método de valoración económica	36
8.9. Determinación de la muestra	36
8.10. Selección de la muestra	38
8.11. Variables a estudiar	38
8.12. Formulación de la encuesta	39
8.13. Análisis de la información	39
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
9.1. Determinación de caudales en las fuentes de agua que abastecen a la aldea Shusho Arriba.	40
9.2. Determinación de la calidad del agua en los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.	40
9.3. Índice de Calidad del Agua -ICA-	42
9.4. Valoración económica del agua	45
10. CONCLUSIONES	79
11. RECOMENDACIONES	81
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
11. ANEXOS	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Requisitos del nivel del servicio de agua para promover la salud.	9
2	Peso relativo para cada parámetro del –ICA-.	31
3	Solubilidad de oxígeno en agua dulce.	33
4	Cálculo del Índice de Calidad de Agua.	33
5	Clasificación de la “ICA” propuesta por Brown (1970).	34
6	Criterios generales según el uso	34
7	Caudales de las fuentes que abastecen de agua a la Aldea Shusho Arriba del municipio de Chiquimula.	40
8	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua en los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.	41
9	Índice de Calidad de Agua -ICA- en los sistemas de distribución domiciliar de la aldea, Shusho Arriba.	42
10	Calidad de agua según criterios generales de uso, en los sistemas de distribución de agua, de la aldea Shusho Arriba.	44
11	Variables que determinan las condiciones del servicio y la importancia del agua de los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.	46
12	Análisis estadístico para las variables que determinan la importancia del manejo sostenible del recurso hídrico y la disposición a pagar por los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.	50
13	Análisis estadísticos para las variables socioeconómicas de los usuarios de los sistemas de distribución de agua domiciliar de la aldea Shusho Arriba.	54
14	Análisis estadísticos de las características socioambientales en los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua en la aldea Shusho Arriba.	57

Cuadro	Contenido	Página
15	Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y edad de usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	59
16	Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y nivel de estudios de usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	60
17	Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y género de usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	61
18	Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- e ingresos de usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	62
19	Contingencia para las variables disposición a pagar -DAP- y percepción de la calidad de agua que reciben los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	63
20	Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y percepción de la cantidad de agua que reciben los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	64
21	Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y estado de las viviendas de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	65
22	Contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y edad de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	66
23	Contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y escolaridad de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	67

Cuadro	Contenido	Página
24	Contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y género de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	68
25	Contingencia para las variables monto con disposición a pagar e ingresos por familia de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	69
26	Contingencia para las variables monto con disposición a pagar y estado de las viviendas de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	70
27	Estimación del valor económico total del servicio ambiental de provisión en la microcuenca del río Shusho.	71
28	Costo de reforestación de 1 ha en la microcuenca río Shusho.	73
29	Costos para la reforestación y manejo de 640 has de las zonas de recarga hídrica de la microcuenca río Shusho.	74
30	Costo de establecimiento de sistema agroforestal en 1 ha en la microcuenca Shusho.	75
31	Costos de establecimiento y manejo de 108 has de sistemas agroforestales en la microcuenca río Shusho.	76
32	Costos de establecimiento de 640 has de sistemas agroforestales en las zonas de recarga hídrica de la microcuenca río Shusho.	77

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Contenido	Página
1	Índice de calidad de agua -ICA- en los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.	43
2	Distribución del servicio de agua en la aldea Shusho Arriba	48
3	Percepción de la calidad del agua que reciben los usuarios de la aldea Shusho Arriba	48
4	Responsable de la protección y conservación de los bosques de la microcuenca río Shusho.	49
5	Monto con disposición a pagar por parte de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	52
6	Causas por las que no existe disposición a pagar por parte de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua en la aldea Shusho Arriba.	52
7	Alternativas para garantizar la sustentabilidad del servicio ambiental de provisión de agua domiciliar de la aldea Shusho Arriba.	53
8	Edad de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	55
9	Nivel de estudios de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	56
10	Ingresos por hogar de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.	56
11	Estado de viviendas en la aldea Shusho Arriba.	58
12	Contingencia entre disposición a pagar -DAP- y edad de los usuarios.	59
13	Contingencia entre disposición a pagar -DAP- y nivel de estudios.	60
14	Contingencia entre disposición a pagar -DAP- y género.	61
15	Contingencia entre disposición a pagar -DAP- y los ingresos.	62

Gráfica	Contenido	Página
16	Contingencia entre disposición a pagar y la percepción de la calidad del agua.	63
17	Contingencia entre disposición a pagar -DAP- y la percepción de la calidad del agua.	64
18	Contingencia entre disposición a pagar -DAP- y estado de las viviendas	65
19	Contingencia entre el monto con disposición a pagar y edad	66
20	Contingencia entre el monto con disposición a pagar y nivel de estudios.	67
21	Contingencia entre el monto con disposición a pagar y género.	68
22	Contingencia entre el monto con disposición a pagar e ingresos.	69
23	Contingencia entre el monto con disposición a pagar y estado de las viviendas.	70

RESUMEN

La valoración económica pretende obtener una medición monetaria de un servicio ambiental, en donde no se calcula el valor del servicio en sí, lo que se calcula es una aproximación del valor que tiene para el usuario la existencia del servicio.

La problemática abordada en esta investigación es el desconocimiento del valor económico del agua en la microcuenca río Shusho; considerando que existe un interés de la población en la protección y conservación de los recursos naturales; siendo lo anterior, un factor que debe ser considerado para la implementación de pagos por servicios ambientales -PSA-, que es un instrumento diseñado para dar reconocimiento financiero a una oferta que proporciona el ambiente, de manera que las personas encargadas de estos recursos naturales adopten prácticas de uso que garanticen la provisión del servicio ambiental.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, determinar el valor económico del agua utilizada para uso doméstico en la aldea Shusho Arriba, que proviene de la microcuenca del río Shusho, para implementar acciones de compensación ambiental que permitan la conservación del recurso hídrico.

La metodología de valoración utilizada fue el método de valoración contingente, el cual se basó en desarrollar un mercado hipotético, donde por medio de una encuesta, se les preguntó a los usuarios su disposición a pagar, por la mejora del servicio que reciben en cantidad y calidad, además contribuye a la protección y conservación del recurso bosque y agua en la microcuenca.

Para el desarrollo de la investigación, en primer lugar, se delimitó la aldea Shusho Arriba del municipio de Chiquimula, utilizando el programa ArGIS, se digitalizó cada vivienda circunscrita en dicha aldea, donde se determinó que, existen 210 viviendas; luego a través del muestreo aleatorio irrestricto se determinó el número de viviendas a entrevistar (67 viviendas) y utilizando Excel y ArGIS fueron seleccionadas las mismas de forma aleatoria.

Para formular la boleta de campo se definieron las variables a estudiar, las que se dividen en 4 bloques, el primero, se enfoca en características socioeconómicas, el segundo, en características socioambientales, el tercero, variables relacionadas con el conocimiento del sistema de agua domiciliar y el cuarto, se expuso las condiciones actuales del área a estudiar y su disposición a pagar por el servicio ambiental.

De la información obtenida a través de las encuestas, se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo (pruebas de Chi cuadrado), proporcionando datos de forma descriptiva con los cuales se realizaron cuadros y graficas que ayudaron a interpretar y discutir los resultados. La estimación de parámetros en las tablas de contingencias, se realizó utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), para relacionar la disposición a pagar -DAP- con variables socioeconómicas y socioambientales.

Se realizó un aforo en los sistemas de dos fuentes de agua que abastecen a la aldea Shusho Arriba; asimismo, se realizó un muestreo en cada sistema de agua domiciliar para conocer la calidad en las viviendas. El caudal estimado de las fuentes que abastecen de agua domiciliar, fue de 3.18 lts/seg. De acuerdo al Índice de Calidad de Agua y los criterios generales de uso para agua potable, se determinó que la calidad en siete puntos de muestreo se clasifica como “levemente contaminada” y en un punto de muestreo es de calidad “Aceptable”.

Los resultados de la entrevista, muestra que el 29.9% de la población entrevistada fueron hombres y 70.1% mujeres; el rango de edad con mayor intervención en la entrevista es de 30-39 años con el 20.9%, seguido de 20-29 años con el 19.4%, para el rango de 40-49 años el 17.9 %, 50-59 años el 16.4%, para los rangos 18-19 años y 60-69 años el 9%, 70-79 años el 4.5% y mayor a 80 años el 3%. Se determinó que el 56.7% de la población posee estudios de nivel primario, el 20.9% no cuenta con ningún nivel educativo, el 10.4% estudios de nivel básico, el 7.5% estudios de nivel diversificado y el 4.5% estudios de nivel universitario.

La población no cuenta con alcantarillado para el manejo de aguas servidas y el manejo de los desechos sólidos es a través de la quema.

El tipo de sanitario que tienen es, 45% excusado lavable, 43% letrina o pozo ciego, 9% inodoro conectado a fosa séptica. El estado de conservación de las viviendas se define de la siguiente forma, 69% indican que es buena, 19% considera que es regular, 10% indica que es excelente y un 1% indica que la conservación de su vivienda es mala.

Las fuentes de agua son de servicio comunal, en donde todos los usuarios reciben agua todos los días, y él 98.5% las 24 horas, el 88.1% considera que es suficiente la cantidad y el 70.1% que es de excelente calidad y el 53.7% califican el servicio que reciben como bueno. Además, se pudo determinar que, todos los usuarios conocen las fuentes de agua, considerando muy importante los bosques para la existencia de este recurso.

La aldea Shusho Arriba, se abastece de agua domiciliar por dos fuentes de la microcuenca río Shusho, cada fuente de agua tiene su propio sistema de distribución de agua domiciliar, uno que abastece la población de la parte alta de la comunidad, los cuales no pagan una cuota por el servicio que reciben y el otro sistema que abastece la población de la parte baja de la comunidad que pagan una cuota de Q.4.00/mes.

Al analizar la disposición a pagar -DAP- se determinó que el 86.6% de la población de la aldea Shusho Arriba, está en disposición de pagar una cuota adicional a la tarifa actual por el servicio de agua, la cual se estima en Q.5.00/mes. El estudio permitió determinar, el valor económico total por el servicio ambiental que presta la microcuenca, en donde la aldea Shusho Arriba le concede la cantidad de Q.12, 600.00 anuales, por otro lado, las 26 comunidades que conforman la microcuenca incluyendo la aldea de Shusho Arriba le conceden anualmente Q.425,400.00, los cuales se destinarían para alternativas viables para asegurar el suministro de agua en la microcuenca río Shusho.

Las alternativas con mayor aceptación por parte de la población, para mejorar el servicio ambiental es la reforestación de las zonas de recarga hídrica, con 47.8% , esta alternativa se evaluó a través del análisis costo-eficiencia donde se analizó la recuperación de las zonas de recarga hídrica por medio de plantaciones y sistemas agroforestales, donde de acuerdo al análisis, los sistemas agroforestales tienen un menor costo como estrategia para la recuperación y protección de las zonas de recarga hídrica.

INTRODUCCIÓN

La región que conforma el corredor seco de Guatemala se ha visto en riesgo en los últimos años, principalmente por problemas de escases de agua, sequías prolongadas, pérdida en la agricultura y desnutrición. Estos escenarios han llevado a una preocupación y reconocimiento de la importancia de la gestión integral del recurso hídrico para que sea valorado justamente.

En la microcuenca río Shusho, los pobladores que subsisten de este territorio generalmente desarrollan prácticas contrarias a la vocación de las tierras, degradando los recursos naturales que, como consecuencia de ello, las fuentes de agua han ido disminuyendo en calidad y cantidad. Para contrarrestar esta situación se destaca la valoración económica, que consiste en un pago por servicio ambiental -PSA- que se utiliza como medida de compensación para la protección, recuperación y conservación de los recursos naturales.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el valor económico del agua utilizada para uso doméstico en la aldea Shusho Arriba, del municipio de Chiquimula, que proviene de la microcuenca río Shusho, para implementar acciones de compensación ambiental para la conservación del recurso hídrico en la microcuenca.

La valoración se realizó por medio del método de Valoración Contingente, que consiste en simular un mercado hipotético, a través de encuestas a los usuarios del servicio del agua y conocer su disposición a pagar, además determinar qué alternativas de conservación y protección de los recursos naturales tienen mayor aceptación para la población para garantizar el servicio ambiental.

Para asegurar la sustentabilidad del recurso hídrico de la microcuenca río Shusho, los usuarios consideraron que la mejor alternativa es reforestar las áreas de recarga hídrica. Para ello se realizó un análisis costo-eficiencia que permitió determinar la mejor estrategia para la reforestación.

2. ANTECEDENTES

En Guatemala se han realizado estudios de valoración económica del agua, ante el alarmante uso del recurso hídrico y la degradación de los recursos naturales. Los estudios siguientes muestran la importancia de asignarle un valor a los bienes y servicios que nos proporciona el ambiente, para cuidar su degradación y agotamiento.

Según la valoración económica realizada en tres microcuencas del corredor seco de Guatemala, permitió conocer las condiciones del servicio del que, se abastecen las comunidades. En el casco urbano de Chiquimula el 99% de los entrevistados indicó que el servicio de agua que proporciona la municipalidad es deficiente en cantidad y calidad, que no tienen un servicio regular (F-ODM, 2011).

En la sub cuenca del río Teculután se realizó un estudio de valoración económica de los servicios hidrológicos, el 98% de las personas entrevistadas opinan que el recurso bosque mejora la calidad y aumenta la cantidad del agua. Es decir, que la valoración contingente demuestra que la población está consciente de la importancia que tiene el servicio ambiental en el mantenimiento del ciclo hidrológico, para el abastecimiento de agua potable (Martínez y Dimas, 2007).

La investigación de valoración económica del agua de uso doméstico proveniente de la microcuenca del río el Obispo, en el casco urbano del municipio de Concepción las Minas realizada con el método contingente, demostró que la población está dispuesta a pagar un cuota por el servicio ambiental, según los resultados de las encuestas el 99% indicó que están dispuestos a pagar -DAP- Q.10.00/mes, adicional a la cuota del servicio de agua potable, para la protección y conservación de la microcuenca (Osorio, 2015).

El estudio realizado por Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología denominado: "Determinación y evaluación de la calidad del agua en zonas de recarga hídrica de municipio de Chiquimula", evaluó y determinó la concentración de metales asociados a la presencia de oro, contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos en el agua proveniente de la microcuenca río Shusho y otras zonas de recarga hídrica del municipio, los resultados obtenidos indicaron que el agua no es apta para el consumo humano,

presentando metales como plata, plomo, arsénico y antimonio, en valores arriba del valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la concentración de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos, indicaron que el agua no se encuentra dentro de los valores recomendados por el comité guatemalteco de normas (COGUANOR), tomando en cuenta que esta agua es utilizada por los pobladores de las comunidades, quienes en su mayoría utilizan el agua para consumo humano, además el agua provenientes de las zonas de recarga hídrica es utilizada por los habitantes del casco urbano de Chiquimula (FODECYT, 2012).

Investigadores asociados al Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala (CEA-UVG), realizaron un muestreo para tener un conocimiento general del estado del agua de la región Montaña el Gigante, (región colindante a la microcuenca río Shusho), las muestras de agua fueron tomadas principalmente en nacimientos alrededor de la aldea el Durazno del municipio de Chiquimula y en algunos “Chorros” comunales. Los resultados obtenidos muestran que los niveles de bacterias *coliformes* y *Escherichia coli* reportados indican que ninguna muestra colectada es realmente potable. Algunos nacimientos tienen valores bastante bajos de *Escherichia coli*, evidenciando poca contaminación por heces fecales, pero tienen valores altos de *Coliformes totales* indicando contaminación por suelo. El proceso de saneamiento de agua no existe en los sistemas de distribución de agua, no teniendo ninguna otra alternativa para poder obtener del recurso hídrico en condiciones salubres se abastecen del agua existente (CEA-UVG, 2006).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un bien común y vital para el ser humano, y es un derecho el acceso a él. En Guatemala, teóricamente se cuenta con agua suficiente para satisfacer las demandas requeridas y únicamente está comprometido aproximado el 20% de esa disponibilidad, sin embargo, se estima que tres millones de guatemaltecos carecen de agua segura para consumo humano, y seis millones de servicios de saneamiento (PNUD, 2015).

La inexistencia de una ley que regule la gestión integral de los recursos hídricos agrava el manejo del agua, aunque la población tenga un conocimiento de manera intuitiva de la importancia de proteger y conservar los recursos naturales, poco se lleva a cabo para la protección de estos.

En el plan de desarrollo municipal (PDM), del municipio de Chiquimula 2010-2025, señala como amenaza principal el agotamiento de las fuentes de agua y en segundo la deforestación. La microcuenca río Shusho aporta importantes servicios ambientales a la población rural y urbana, pese a ello no existe un manejo en la misma, el que no exista ha generado la alteración de la escorrentía superficial y en la infiltración del agua de lluvia (Consejo municipal de desarrollo del municipio de Chiquimula y SEGEPLAN, 2010).

Mediante un aforo realizado al cauce principal de la microcuenca río Shusho, se determinó que, el caudal del río es de 58.7 lts/seg, y es por el aporte de fuentes secundarias, datos tomados en época de estiaje (Pérez, 2017).

El problema identificado es el desconocimiento del valor económico del agua, por lo tanto, el interés de la población sobre la conservación de los recursos naturales, es un factor que debe ser considerado para una efectiva y funcional gestión del recurso hídrico, donde la carencia de mecanismos de compensación por servicios ambientales y de información a la población sobre los costos reales, para cubrir el servicio de agua, limita la posibilidad de realizar proyectos para la gestión integral del recurso hídrico.

4. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala no existe una ley de aguas por lo que la mayor parte de la población hace un uso irracional del recurso, provocando la degradación de las fuentes de agua, poniendo en riesgo la disponibilidad y la seguridad alimentaria y nutricional de la población.

En las comunidades asentadas en la microcuenca del río Shusho, existen varios escenarios en la administración del agua, se entrevistó a un líder comunitario de la aldea Shusho Arriba para conocer la situación del sistema domiciliar de agua, se determinó que, existen dos sistemas, en uno de ellos se paga una cuota de Q48.00 anuales, no posee ningún tipo de saneamiento, permanece 24 horas y los 7 días de la semana¹.

Ante el desconocimiento del valor económico del agua, no existe, en los usuarios una comprensión del valor real que debe asignársele, para que les ayude a tener conocimiento y concientizar el pago justo por el servicio de agua o para obtener una mejora del mismo. El promover la compensación por servicios ambientales es una alternativa que puede beneficiar a las comunidades, siendo esta una manera de reducir la presión sobre los recursos naturales que interactúan con el recurso hídrico, permitiendo obtener un presupuesto para la conservación y restauración de los cuerpos de agua y las zonas de recarga hídrica.

No se cuentan investigaciones que ayuden a estimar el valor económico del agua, en la microcuenca del río Shusho, la información generada por la investigación es de utilidad para las autoridades competentes, como la Municipalidad y otras instituciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con el manejo y gobernabilidad del agua, donde se brindara una línea base de información para la toma de decisiones, que permitan mejorar la gestión integral del recurso hídrico.

¹ Torres. I. 15 mar. 2018. Situación actual del sistema de agua de uso domiciliar en la aldea Shusho Arriba (entrevista).

Chiquimula, Guatemala, Comité de la microcuenca río Shusho.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Determinar el valor económico del agua utilizada para uso doméstico en la aldea Shusho Arriba del municipio de Chiquimula, proveniente de la microcuenca del río Shusho, que permita implementar acciones de compensación ambiental para la conservación del recurso hídrico de la microcuenca.

5.2. Objetivos específicos

- Determinar la disponibilidad y calidad del agua proveniente de la microcuenca río Shusho, que abastece el servicio de agua domiciliar en la aldea Shusho Arriba.
- Determinar las características socio económicas y ambientales de los usuarios del servicio de agua domiciliar en la aldea Shusho Arriba del municipio de Chiquimula.
- Determinar la disposición a pagar que los usuarios del servicio de agua domiciliar en la aldea Shusho Arriba le conceden al agua utilizada para uso doméstico, mediante la valoración contingente.

6. MARCO TEORICO

6.1. Importancia del recurso hídrico

El acceso al suministro de agua potable es una necesidad básica de carácter esencial para los seres humanos, lo que les permite satisfacer sus actividades de consumo para el funcionamiento del organismo, preparación de alimentos para la ingesta y su higiene personal (Durán, 2016).

Se declaró en la Carta de Montreal de 1990, que siendo el acceso al agua una condición de sobrevivencia, se afirma que toda persona tiene derecho al agua en cantidad suficiente para poder responder a sus necesidades vitales (Romero-Pérez, 2007).

Según ONU (2014), el tema del día Mundial del Agua fue: Agua y Desarrollo Sostenible, en donde se mencionó que “El agua es un elemento esencial del desarrollo sostenible, los recursos hídricos, y la gama de servicios que prestan, juegan un papel clave en la reducción de la pobreza, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental. El agua propicia el bienestar de la población y el crecimiento inclusivo, y tiene un impacto positivo en la vida de miles de millones de personas, al incidir en cuestiones que afectan a la seguridad alimentaria y energética, la salud humana y al medio ambiente”.

6.2. Evolución del consumo de agua a nivel mundial

Según Franek et al (2015), cerca de 1.200 millones de personas viven en áreas donde el agua escasea físicamente. El acceso limitado al agua por parte de los pobres puede ser fruto no solo de presiones económicas, sino también de presiones sociopolíticas y ambientales, de gobernanza y capacidades humanas débiles, y de una falta de infraestructuras.

El principal uso que se le da al recurso hídrico a nivel mundial es la agricultura. El sector agrícola representa aproximadamente el 70% de todas las extracciones de agua dulce a nivel mundial, y más del 90% en la mayoría de los países menos desarrollados del mundo (Tran et al, 2016).

Según Franek et al (2015), se prevé que en 2050 la demanda mundial de agua haya aumentado un 55%, debido principalmente a demandas relacionadas con la creciente urbanización en los países en desarrollo (OECD, 2012). Las ciudades tendrán que ir más lejos o perforar más hondo para encontrar agua, o tendrán que depender de soluciones innovadoras o de tecnologías avanzadas para satisfacer sus necesidades hídricas.

Aunque los enfoques de gestión integrada de los recursos hídricos se guían por una preocupación equilibrada por la eficiencia económica, la sostenibilidad ambiental y la igualdad social, en la práctica, al objetivo de la igualdad social se le da menos prioridad a la hora de tomar decisiones relacionadas con la asignación de agua (ONU, 2014).

Grupos comparativamente sin poder tienden a quedar excluidos del acceso al agua. El acceso inadecuado al agua, saneamiento e higiene es una de las muchas privaciones que todavía sufren los grupos de población más pobres y marginados del mundo (Franek et al, 2015).

6.3. Importancia del agua para consumo humano

El agua es el principal componente del cuerpo humano. Es esencial para los procesos fisiológicos de la digestión, absorción y eliminación de desechos metabólicos no digeribles, y también para la estructura y función del aparato circulatorio. Actúa como medio de transporte de nutrientes y todas las sustancias corporales, y tiene acción directa en el mantenimiento de la temperatura corporal. El cuerpo humano tiene un 75% de agua al nacer y cerca del 60% en la edad adulta. El 60% de esta agua se encuentra en el interior de las células, el resto circula en la sangre y baña los tejidos (Iglesias et al, 2011).

6.4. Importancia del agua para uso doméstico

El agua es un factor importante en los hogares en donde es utilizada para diferentes actividades, entre algunas de estas son: higiene personal, preparación de alimentos, limpieza del hogar, riego de jardín, entre otros.

Según Howard y Bartram (2003), la cantidad de agua que se provee y que se usa en las viviendas es un aspecto importante de los servicios de abastecimiento de agua domiciliar que influye en la higiene y, por lo tanto, en la salud pública. La necesidad básica de agua incluye el agua que se usa en la higiene personal, no resulta significativo establecer una cantidad mínima ya que el volumen de agua que usen las viviendas dependerá de la accesibilidad, la que se determina principalmente por la distancia, el tiempo, la confiabilidad y los costos potenciales. La accesibilidad se puede categorizar en términos del nivel de servicio.

Cuadro 1. Requisitos del nivel del servicio de agua para promover la salud.

Nivel del servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Efecto en la salud
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 l/r/d)	Más de 1.000 m ó 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – no se puede garantizar Higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 l/r/d)	Entre 100 y 1.000 m ó de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – se debe asegurar Higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/r/d)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m ó 5 minutos del tiempo total de recolección)	Consumo – asegurado Higiene – la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño	Bajo
Acceso óptimo (cantidad promedio de 100 l/r/d y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

Fuente: Howard y Bartram 2003.

6.5. Índice de Calidad de Agua (ICA)

Según Valcarcel Rojas et al (2009), el índice de calidad de agua es una herramienta útil para investigar información sobre la calidad del recurso agua, siendo una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que caracterizan la calidad del agua.

El índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que, en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como Índice de Calidad del Agua (MARN y SNET, *s.f.*).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no (MARN y SNET, *s.f.*).

Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros:

- Coliformes fecales (en NMP/100 ml)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO₅ en mg/ L)
- Nitratos (NO₃ en mg/L)
- Fosfatos (PO₄ en mg/L)
- Cambio de la temperatura (en °C)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

6.6 Caudal

Según Goyenola (2007), el caudal es la cantidad de agua que pasa a través de una sección del canal por unidad de tiempo. Se calcula multiplicando la velocidad del agua (m/s) por el área de la sección (m²), lo que produce un volumen (m³/s).

6.7. Consideraciones políticas y legales con respecto a la valoración económica del recurso hídrico

La gobernabilidad del agua se refiere al rango de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos implementados para desarrollar y manejar los recursos hídricos y la entrega de servicios sanitarios en los diferentes niveles de la sociedad (Rogers y Hall, 2003).

El Gobierno de Guatemala en la última década ha priorizado regular el acceso al agua por su importancia para una mejor calidad de vida de los guatemaltecos y el desarrollo mismo del país, por ello que se han acogido medidas gubernamentales. En el 2008 de conformidad con la Ley del Organismo Ejecutivo se crea un gabinete para la formulación de propuestas y la coordinación del diseño, gestión e implementación de la Política Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos PNGIRH y de la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos ENGIRH (SEGEPLAN, *s.f.*)

En el marco político existente en Guatemala y que contempla la protección, mejoramiento, acceso y valoración del recurso hídrico se pueden mencionar los siguientes (SEGEPLAN y BID *s.f.*):

- Política Marco de Gestión Ambiental (AG 79-2001), cuya visión para el 2015 es que los diferentes sectores de la población participen en la gestión ambiental y manejo de los recursos naturales (agua y cuencas) y contribuir con ello al desarrollo sostenible.
- Política Nacional de Cambio Climático (AG 253-2009), indica que el ordenamiento territorial y la gestión integrada de los recursos hídricos son medios para conseguir la adaptación al cambio climático.
- Política Nacional de Desarrollo Rural Integral (AG 196-2009), promueve el ordenamiento territorial, el manejo integrado de las cuencas hidrográficas y el aprovechamiento de los recursos hídricos, entre otras acciones.

- Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (AG 278-1998), propone asegurar el acceso a servicios básicos (agua), entre varios otros.
- Política de Áreas Protegidas y Política para el Manejo Integral de la Zona Marino Costera (AG 328-2009), contemplan la valoración de los servicios ambientales, pero esta figura aún no ha sido definida por la ley y debe abundarse en el conocimiento hidrológico para establecer cuantitativamente la regulación del ciclo del agua en ecosistemas forestales estratégicos.
- Política Nacional de Producción Más Limpia (AG 258-2010), contempla estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos productivos, productos y servicios, para generar ahorro en el uso del agua y reducir el costo de soluciones de mitigación/control de su contaminación.
- Agenda Nacional Forestal, ampara programas de recarga hídrica.
- Agenda Nacional de Competitividad 2005-2015, para mejorar la competitividad contempla instrumentos legales y normativos del manejo del agua e incentivos para no contaminarla.
- Acuerdos de Paz, se comprometen a regularizar los derechos de aprovechamiento de agua de la población desarraigada, más no se cuenta con un censo de los mismos.
- Acuerdo de Identidad y Derecho de los Pueblos Indígenas, que identifica la práctica cultural de los pueblos indígenas como un insumo fundamental para la construcción de mejores condiciones de gobernanza del agua.

Según la Política y Estrategia de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (2011), la gestión y gobernanza del agua en Guatemala no cuenta con un régimen legal e institucional especial, aun cuando los artículos 127 y 128 de la Constitución Política de la República así lo mandan; en contraposición el Congreso de la República sí ha emitido

leyes especiales en materia de biodiversidad, ambiente, reservas territoriales del estado, bosques, energía, minas e hidrocarburos, conforme las normas constitucionales contenidas en los Artículos 64, 97, 122, 125, 126 y 129.

6.8. Evolución del concepto económico del agua potable

Hoy en día el valor económico del agua es una disputa presente que tienen los economistas, sin embargo, este interés por el valor del agua no siempre fue así. Desde la vista económica el valor del agua ha sido ampliamente discutido en diferentes épocas por diversos autores.

Argueta (2005), el monje napolitano que escribió ampliamente sobre moneda e intercambio comercial, planteaba ya “la paradoja del valor” (el agua es muy útil e indispensable y sin embargo es muy barata, mientras que las joyas son suntuarias y sin embargo muy caras) y la resolvía al discutir el precio de un objeto en función tanto de su utilidad como de su escasez, incorporando el concepto de la capacidad de los objetos o bienes de proporcionar placer.

En la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente celebrada en Dublín, Irlanda se formularon recomendaciones para que se adopten medidas localmente, nacional e internacional, teniendo presente cuatro principios rectores (SRE, 2008):

- Principio No. 1 el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- Principio No. 2 el aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles.
- Principio No. 3 la mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.
- Principio No. 4 el agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

6.9. Importancia de la valoración económica de los servicios ambientales

Según Martínez y Dimas (2007), la valoración económica es importante porque permite transformar los valores del ambiente (beneficios) a una escala monetaria que facilita la toma de decisiones. El fundamento teórico de la valoración económica se encuentra en la teoría del bienestar. Según esta, el bienestar de los individuos no solamente depende del consumo de bienes y servicios producidos por el sector privado y el gobierno, sino también de cantidades y calidades de flujos de bienes y servicios no mercantiles, provistos por el sistema de recursos naturales y ambientales. Por consiguiente, cualquier cambio en la base de estos recursos traerá consigo un cambio en el bienestar de las personas.

6.10. Importancia del valor económico del recurso hídrico

La estimación del valor económico del agua representa información útil para asignar de forma eficiente este recurso escaso entre los usuarios, ya que toma en cuenta los beneficios (en términos monetarios) que obtiene cada usuario, y por ende el costo de oportunidad de sus usos alternativos. La falta de reconocimiento y aceptación del valor total del agua (beneficios) ha conducido a una degradación del recurso y, por lo tanto, a una asignación del recurso hacia usos que generan beneficios sociales bajos (hacia usos de menor valor), no logrando en consecuencia, el mayor beneficio social posible en el uso del agua (Martínez y Dimas, 2007).

En la Declaración de Dublín se establecieron cuatro principios rectores, uno de ellos fue el siguiente: “El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico”.

En virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo y de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos (SRE, 2008).

6.11. El rol de la valoración económica en la gestión del recurso hídrico

Según Moreno (2015), la valoración económica es un proceso para analizar y cuantificar las variaciones en calidad o en cantidad de un recurso natural, no se calcula el valor del recurso en sí, no se calcula el servicio del agua o bosque ya que estos valores son incalculables, lo que se calcula es una aproximación al valor que tiene para el usuario la existencia del servicio natural o el costo en que se debe incurrir para recuperar un recurso degradado o ya sea el costo que tiene para el usuario del recurso natural el que ya no está para su uso, citado por Menéndez (2017).

Según Zegarra (2011), como una característica adicional, los instrumentos económicos también permiten cubrir costos y generar recursos para la gestión del agua por parte de la autoridad correspondiente. El principal incentivo económico es algún tipo de pago que los usuarios deben hacer por recibir beneficios del sistema de abastecimiento del agua, citado por Valdez (2017).

6.12. Pago por servicios ambientales

El Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR), define los “pagos por servicios ambientales (PSA) como los instrumentos económicos diseñados para dar incentivos a los usuarios, de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental (ecológico) que beneficia a la sociedad como un todo, en algunos casos los pagos buscan que los usuarios adopten prácticas de uso que garanticen la provisión de un servicio en particular. (Pacjot et al 2012), citado por Menéndez (2017).

Según Pagiola y Platais (2002), para que los programas de pago por servicios ambientales se mantengan operativos, son necesarias fuentes estables de financiación. La estabilidad financiera es particularmente importante porque, a fin de que los usuarios de tierras tengan incentivos continuos para mantener los servicios ambientales, los pagos deben ser recurrentes y mantenerse en el largo plazo. Esto implica la necesidad de identificar tanto a los beneficiarios como los servicios específicos a recibir. Los beneficiarios no reciben “servicios ambientales” en general, sino servicios específicos. Aún dentro de las categorías específicas de servicios hay diferencias. Las compañías de distribución de agua potable requieren un flujo constante de agua de alta calidad,

mientras que los productores de energía hidroeléctrica están interesados en el caudal, y no tanto en la calidad del agua (siempre que no lleve sedimentos). La disposición a pagar de un grupo de beneficiarios depende del servicio específico a recibir, del valor del servicio (comparado con el coste de las alternativas) y del tamaño del grupo de beneficiarios, citado por Valdez (2017).

6.13. Métodos de valoración económica para el recurso hídrico

Según Cisneros (2005), los métodos de valoración se dividen en tres grandes grupos. En el primero están los métodos basados en los precios de mercado donde los recursos naturales tienen un precio en los mercados locales o internacionales, caso del agua embotellada o la madera en pie. Dentro de estos métodos se contemplan los cambios en la productividad y las pérdidas de ingresos (o de la ganancia).

En el segundo están los métodos basados en precios indirectos, en los que la estimación del costo de un bien o servicio se realiza a través de sustitutos imperfectos, como, por ejemplo, la determinación del valor de un lago con base en la estimación del valor de un balneario, que puede brindar un bienestar similar a las personas que deseen recrearse en él. Estos métodos contemplan costos de reemplazo, gastos preventivos, costos de restauración, costo de oportunidad y bienes sustitutos (Cisneros, 2005).

Por último, están los métodos basados en mercados hipotéticos, que se basan en construir un mercado en el que se introduce a los usuarios de ese bien o servicio, con el fin de medir el bienestar que aporta. Se fundamentan en la aplicación de encuestas, mediante las que se determina la disposición a pagar o a ser compensado por el desarrollo de un proyecto o por un bien o servicio específico o las modificaciones a este. Aquí se contemplan los costos de viaje, precios hedónicos y valoración contingente (Martínez y Dimas, 2007).

Según Zegarra (2011), existen diversas maneras de clasificar los distintos métodos de valoración del agua como bien económico, pero, en general, esto depende de la situación específica en la que se quiere valorar el recurso, así como de la información disponible para tal fin. Como la valoración se relaciona con la existencia o no de un precio de

mercado, las siguientes situaciones son el marco de referencia para una clasificación general de los métodos: Existe un precio de mercado para el recurso; no existe mercado ni precios para el agua en forma directa, pero sí en forma indirecta a través de un mercado relacionado; y existe mercado, pero no precios, ni tampoco un mercado relacionado, citado por Valdez (2017).

6.13.1. Método de valoración basada en precios de mercado

Según Linares y Romero (2008), un bien ambiental se intercambia en un mercado, sólo hace falta observar los precios del mercado para obtener una estimación del valor marginal de dicho bien. Evidentemente es inusual porque los bienes ambientales no se suelen intercambiar en los mercados, citado por Valdez (2017).

6.13.2. Costo de viaje

Según Linares (2015), se usa en la valoración de bienes que requieren movilización para su consumo. En este caso el mercado indirecto existente es el del transporte (espacios naturales, espacios recreativos, parques, zonas de interés paisajístico, reservas, etc.) y se basa en el supuesto de que los consumidores valoran un servicio ambiental en no menos que el costo de acceso al recurso, incluyendo todos los costos directos del transporte y el costo de oportunidad del tiempo gastado en viajar al sitio.

6.13.3. Mercado experimental

Según Menéndez (2017), ante la usencia de un mercado se simula uno para definir un producto a intercambiar, asignar los papeles de vendedores y compradores y disponer de los mecanismos necesarios para aclarar el mercado. Esta es la línea de investigación conocida como economía experimental y que se ha utilizado profusamente para diseñar mercados, pero también para el estudio de políticas de regulación ambiental y los algunos casos para estimar valores ambientales.

6.13.4. Método de precios hedónicos

Según Herrador y Dimas (2001), este método intenta aislar la influencia específica de un servicio ambiental sobre el precio de mercado de un bien o servicio. El valor de mercado de una propiedad residencial, por ejemplo, está afectada por muchas variables

incluyendo su tamaño, ubicación, materiales de construcción, y también la calidad del medio ambiente que le rodea.

6.13.5. Método de valoración contingente

Según Bateman (2002), este método consiste en valorar los beneficios derivados de una mejora ambiental por la cantidad monetaria que los beneficiarios potenciales de dicha mejora estarían dispuestos a pagar por la misma. De una manera análoga, los costes derivados de un daño ambiental se valoran por la cantidad monetaria que los perjudicados potenciales por dicho daño aceptarían como compensación, citado por Valdez (2017).

Según Herrador y Dimas (2001), esta metodología es útil para calcular el valor económico de los servicios ambientales provistos por los ecosistemas, para los cuales no existe mercado. Este método trata de simular un mercado a través de encuestas a los consumidores potenciales del servicio ambiental que se busca valorar.

6.14. Aspectos conceptuales relacionados con la valoración contingente

Según Menéndez (2017), es un método ampliamente utilizado para hacer mediciones confiables de los beneficios de una variedad de bienes públicos, especialmente de la calidad ambiental, su nombre de contingente es debido a que el método intenta hacer que las personas expresen como actuarían si estuvieran en determinadas situaciones hipotéticas o contingentes. Se le llama valoración contingente porque se basa en la opinión de las personas, la cual emiten con base en la información que se les proporciona.

Según Romero (2009), indica que el método de valoración contingente, se ha aplicado en la valoración económica de espacios urbanos abiertos, recursos hídricos, preservación de parques nacionales, calidad de aire, calidad del agua, seguridad y otros, asimismo, recaba información más exacta que revela lo que los usuarios estarían dispuestos a pagar por un beneficio o la disposición a aceptar una medida como solución a la alteración de las condiciones de un servicio, mediante una encuesta o cuestionario, citado por Menéndez (2017).

Según Barreiro y Pérez (1997), para aplicar los cuestionarios hay que tomar en cuenta tres aspectos básicos. El primero es proporcionar al entrevistado la información sobre el bien que se pretende valorar de modo que este pueda conocer adecuadamente el problema que se está tratando. El segundo es la forma en que se ha de abordar la formulación de la pregunta sobre la disposición a pagar, DAP. Para esto el vehículo y frecuencia del pago deben quedar claros, así como también el formato de pregunta. El tercero es obtener información sobre las características socioeconómicas de las personas encuestadas con la finalidad de estimar una función de valor, donde la DAP expresada venga explicada por esas mismas características y otras variables relevantes, citado por Linares (2015).

De acuerdo a Leal (2005), los formatos de las preguntas pueden ser:

- a. **Abierto:** Este tipo de formato comúnmente se combina con el formato de subasta otorgándole un consejo al entrevistado sobre la cantidad aproximada de lo que se le esté preguntando.
- b. **Subasta:** En entrevistador plantea una cifra y pregunta al entrevistado si está dispuesto a pagar por esta cifra o más; si el entrevistado responde afirmativamente la cifra original se eleva y si la respuesta es negativa se reduce.
- c. **Múltiple:** El cual le presenta al entrevistado una tabla con diferentes opciones, la cual deberá ser ordenada por el entrevistado de mayor a menor de acuerdo a su valoración.
- d. **Binario:** Él debe su nombre al hecho que se realizan las preguntas de tal manera que el entrevistado responde sí o no a una cantidad propuesta.
- e. **Iterativo:** Se basa en darle la oportunidad al entrevistado, de modificar sus anteriores respuestas, con el objetivo de llegar a una valoración más reflexiva, citado por Linares (2015).

7. MARCO REFERENCIAL

7.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio comprende la aldea Shusho Arriba, que pertenece al municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, el cual se encuentra a 569 msnm, sus coordenadas geográficas son: latitud norte 14°49'28' y longitud oriente 89°35'52' (anexo 1).

La aldea Shusho Arriba se localiza dentro de la Microcuenca del río Shusho, que pertenece a la Sub cuenca del río grande de Zacapa, ubicada en la parta alta de la cuenca del Río Grande de Zacapa (anexo 2).

Se ubica a una distancia de 8 km del casco urbano del municipio de Chiquimula. La Aldea Shusho Arriba está localizada en el norte con aldea Pinalito del municipio de Chiquimula y el municipio de Zacapa, al este con la aldea Ticanlu del municipio de Chiquimula, al oeste con la aldea Sabanetas y aldea el Guior del municipio de Chiquimula y al sur con el área urbana del municipio de Chiquimula.

7.2. Zonas de vida

En la microcuenca río Shusho se encuentran dos zonas de vida vegetal: Bosque húmedo subtropical templado (bh-S (t)) y bosque seco subtropical (bs-S), las cuales fueron propuestas por Holdrige en el año 1978. La aldea Shusho Arriba se ubica en la zona de vida de bosque seco subtropical (bs-S).

7.2.1. Bosque húmedo subtropical templado (bh-S (t))

Según MAGA (1982), en la microcuenca río Shusho el bosque húmedo subtropical templado representa el 90.69 % y equivale a 76.21 km² del área de la microcuenca, citado por Pérez (2017).

Según MAGA (1982). Esta zona tiene una precipitación entre 1,100 a 1,349 mm como promedio total anual, la temperatura media anual es de 20-26% °C. Los terrenos corresponden a zonas de relieve ondulado y escarpado, con una elevación de esta zona entre los 650 msnm s 1700 m.s.n.m, citado por Pérez (2017).

Según MAGA (1982), la vegetación natural está constituida esencialmente por: *Pinus oocarpa*, *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia* y *Quercus*, que son las más indicadoras de esta zona. Según el uso apropiado de la zona es netamente manejo forestal, la especie que predomina es *Pinus oocarpa* y, donde los suelos son muy pobres, *Quercus*, citado por Pérez (2017).

7.2.2. Bosque Seco Subtropical (bs-S)

Según MAGA (1982), en la microcuenca río Shusho el bosque seco subtropical representa el 9.31% y equivale al 7.82 Km² del área total de la microcuenca, citado por Pérez (2017).

Su altitud oscila entre los 450 a 1000 m.s.n.m. La vegetación natural está constituida principalmente por las especies: *Cochlospermum vitifolium*, *Swietenia humilis*, *Alvaradoa amorphoides*, *Sabal mexicana*, *Phylocarpus septentrionalis*, *Ceiba aescutifolia*, *Albizia caribaea*, *Avicennia nitida* y *Leucaena guatemalensis*. En el que también está constituida por cultivos de maíz y árboles frutales, citado por Pérez (2017).

Según MAGA (1982), las condiciones climáticas se caracterizan por ser días claros y soleados durante los meses en que no llueve y parcialmente nublados durante la época de enero abril. La época lluviosa se distribuye entre junio a octubre, con una precipitación entre 500 y 100mm, como promedio anual de 855mm.). La temperatura promedio es de 27.5 °C, con mínimas de 20 °C y máximas de 39°C, citado por Pérez (2017).

7.3. Temperatura

En la microcuenca río Shusho, los rangos oscilan en la parte baja a una altitud de 450 msnm es de 25.8 °C y en la parte alta a una altitud de 1,760 msnm es de 16.8 °C (Pérez, 2017).

La estación meteorológica más cercana a la microcuenca río Shusho, es la del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), la cual tiene registros del 2012-2015, en el que la temperatura promedio registrada en esos años es de 27.5 °C, con mínimas de 20 °C y máximas de 39°C (Pérez, 2017).

7.4. Precipitación pluvial

La aldea Shusho Arriba se encuentra ubicada en la región del corredor seco del país, en donde se ha caracterizado en los últimos años por tener lluvias intensas en lapsos de tiempos cortos. Teniendo una precipitación aproximadamente de 800mm/añual en el municipio de Chiquimula, según datos de la estación meteorológica del Centro Universitario de Oriente (Pérez, 2017).

7.5. Extensión

La microcuenca río Shusho del municipio de Chiquimula posee un área de 84.16 km², así mismo la aldea Shusho Arriba se abastece de agua para servicio domiciliario de la afluyente Agua Caliente, la cual es administrada por el comité de agua de dicha aldea (Pérez, 2017).

7.6. Hidrografía

Según Pérez (2017), la microcuenca del río Shusho cuenta con un cauce principal de 18.64 Km de longitud, desde su nacimiento ubicado en el caserío el Filo Carrizal hasta su punto de aforo, donde desemboca al río Grande de Zacapa. Los principales afluentes que permanecen y contribuyen al caudal del cauce principal son: Quebrada de Agua caliente, Quebrada de Guior, Quebrada los cangrejos, Quebrada de Maraxcó y Quebrada los pozos (anexo 3).

Dentro de los usos principales del vital líquido son: consumo humano, uso domiciliario, animal y agrícola, este último uso es para aquellas personas que están a las orillas de las quebradas y el cauce principal, en el que se desvía el agua para parcelas de hortalizas o granos básicos. Esto ocurre principalmente en las comunidades de Shusho Arriba, Shusho en medio, El Jute y Guior (Pérez, 2017).

7.7. Investigaciones relacionadas con el tema

7.7.1. Valoración económica de los servicios ambientales en tres microcuencas del corredor seco de Guatemala

Este trabajo se realizó en las microcuencas de Tacó del municipio de Chiquimula, Cachil del municipio de Salamá y Xesiguan del municipio de Rabinal, teniendo como objetivo disponer de un portafolio de valoraciones económicas en las microcuencas y determinar algunos aportes importantes a la economía local y servir de base para generar propuestas efectivas que contribuyan a la sostenibilidad económica y ambiental de estas comunidades (F-ODM, 2011).

En el municipio de Chiquimula respecto a la importancia del agua en sus actividades cotidianas solo el 43% menciona que era importante y el 57% cree que es poco importante. En cuanto a la pregunta sobre la importancia de los bosques y vegetación en la provisión de agua el 83% cree que la relación es muy importante, sin embargo, solo el 71% estuvo en la DAP por conservar los bosques y vegetación que protegen las fuentes de agua de la ciudad (F-ODM, 2011).

En el municipio de Salamá la importancia del agua en sus actividades cotidianas resalto que el 75 % menciona ser un recurso valioso. En cuanto a la pregunta sobre la importancia de los bosques y vegetación en la provisión de agua el 91% cree que la relación es muy importante, sin embargo, sólo el 72% cuenta con DAP por conservar los bosques y vegetación que protegen las fuentes de agua de la ciudad (F-ODM, 2011).

En el municipio de Rabinal la opinión respecto a la importancia del agua en las actividades cotidianas, el 61 % menciona que es un recurso valioso. En cuanto a la pregunta sobre la importancia de los bosques y vegetación en la provisión de agua el 88% cree que la relación es muy importante, sin embargo, sólo el 75% de estos, estuvo en DAP por conservar los bosques y vegetación que protegen las fuentes de agua de Rabinal (F-ODM, 2011).

7.7.2. Valoración económica del agua de uso doméstico en la villa de Quezaltepeque, proveniente de la microcuenca del río la Conquista, municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula

La investigación elaborada en la villa Quezaltepeque, tuvo como objetivo generar información para estimar el valor económico del agua para uso doméstico, mediante el método de valoración contingente, para implementar esquemas de compensación ambiental en la microcuenca del río La Conquista (Osorio, 2015).

Según el estudio se determinó que la población de la villa de Quezaltepeque tiene una disponibilidad a pagar, en el que el 86% respondió positivamente a la pregunta y el 14% de la población que no tiene disponibilidad a pagar no es significativa. Asimismo, se estableció que el 14% de la población que no tiene disponibilidad a pagar le atribuye las razones a la situación económica, a la desconfianza en el manejo de los fondos y porque consideran que la municipalidad y el gobierno son los responsables de garantizar el servicio ambiental que presta la microcuenca (Osorio, 2015).

También se determinó que el monto que está dispuesta a pagar la población de la villa de Quezaltepeque, para mejorar la calidad del agua y asegurar la disponibilidad de está en el futuro, es de Q 10.00 mensuales por familia. El valor económico total que la población de la villa de Quezaltepeque les concede a los servicios hídricos que presta la microcuenca del río La Conquista es Q 177,278.40 por año, de acuerdo a la disponibilidad a pagar (Osorio, 2015).

Según Osorio (2015), es importante mencionar que la población rural es la que mantiene y conserva los bosques que aún existen en el área de captación de agua, pero las personas que viven en estas comunidades no tienen suficientes recursos para producir y obtener ingresos suficientes para vivir, razón por la cual deben sembrar maíz, frijol, café, tomate, entre otros y cortar árboles para aprovechar la madera y ampliar el área para siembra; estas actividades ponen en riesgo el servicio hidrológico de esta zona y consecuentemente el agua que llega a la Villa de Quezaltepeque.

7.7.3 Valoración económica del agua de uso doméstico proveniente de la microcuenca del río el Obispo, en el casco urbano del municipio de Concepción las Minas, departamento de Chiquimula

La investigación tuvo como objetivo generar información sobre el valor económico del agua para uso doméstico, proveniente de la microcuenca del río El Obispo a los pobladores del casco urbano del municipio de Concepción Las Minas, mediante el método de valoración contingente (Menéndez, 2017).

Según los resultados obtenidos la población del casco urbano del municipio de Concepción Las Minas mostró disposición a pagar, porque 99% (57% mujeres y 43% hombres) de la población está dispuesta a pagar la cantidad de Q.10.00/meses adicionales a la cuota del servicio de agua potable; para la protección y conservación de la microcuenca del río El Obispo. Con base a la disposición a pagar que la población del casco urbano de Concepción las Minas le concede a los servicios hídricos que presta la microcuenca del río El Obispo, el valor económico total es de Q.38,520.00/año (Menéndez, 2017).

Asimismo, el 51% de la población del casco urbana del municipio de Concepción Las Minas indicó que la alternativa de reforestación es la mejor para la protección y conservación de la microcuenca del río El Obispo. La investigación muestra que el 66% de la población prefiere que el responsable de administrar los fondos, producto de la disposición a pagar, deben ser una organización conformada por los pobladores del casco urbano del municipio de Concepción Las Minas (Menéndez, 2017).

7.7.4 Valoración económica del agua de uso doméstico en el casco urbano de san juan ermita, proveniente de la microcuenca del río Carcaj, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula, Guatemala.

El objetivo de la investigación fue determinar el valor económico del agua de la microcuenca Carcaj utilizada para el abastecimiento (domestico, riego de huertos y consumo humano) del casco urbano del municipio San Juan Ermita del departamento de

Chiquimula, generando información que permita implementar pagos por servicios ambientales para la conservación del recurso hídrico (Valdez, 2017).

En donde los resultados de la investigación muestran que el 78% de los usuarios del servicio municipal de agua tienen disposición a pagar (DAP) una cuota adicional a la tarifa actual, fondo que puede ser destinado para la conservación y protección del recurso hídrico de la microcuenca del río Carcaj. Asimismo, se determinó que el 21% de los usuarios del servicio municipal de agua no están en disposición de pagar una cuota adicional debido las siguientes razones: la situación económica, la corrupción y porque consideran que es una competencia del gobierno central y la municipalidad (Valdez, 2017).

También pudo determinarse que los usuarios del servicio municipal de agua de San Juan Ermita están dispuestos a pagar un monto adicional de Q.5.05 por servicio, para destinarlo en la mejorar de la calidad y asegurar la sostenibilidad del recurso de agua, donde los usuarios del servicio municipal de agua con ingresos menores a Q.1,000.00 (41.25%) tienen una disposición a pagar en un monto similar a la mediana (Q 5.00 adicionales por servicio), y los que perciben ingresos mensuales superiores a Q 6,001.00 (2.5%) están en disposición a pagar Q.15.00 por servicio (Valdez 2017).

8. MARCO METODOLÓGICO

8.1. Determinación del área de estudio

El estudio se realizó en la aldea Shusho Arriba, del municipio y departamento de Chiquimula, la cual tiene 210 viviendas y aproximadamente 836 pobladores según INE-, 2002, y SESAN proyección 2016, citado por Pérez, 2017.

8.2. Caracterización socio económica y socio ambiental

La caracterización socio económica y socio ambiental, se determinó con una muestra en base al número total de viviendas de la aldea Shusho Arriba, utilizando la fórmula del muestreo aleatorio irrestricto.

Las variables que se estudiaron, para conocer las características socio económicas fueron; género, edad, estudios, integrantes por familia, situación laboral, de donde provienen los ingresos del hogar, familia en el extranjero, número de personas que conviven en el hogar e ingresos totales en el hogar. Estas variables están dentro de la boleta general de valoración económica, que incluyen preguntas para determinar la caracterización socio económica. De la misma manera las variables que se utilizaron para conocer las características socio ambientales son, focos de contaminación, existencia de alcantarillado de aguas servidas, manejo de los desechos sólidos, tipos de servicios sanitarios y estado de conservación de la vivienda, (anexo 11).

8.3. Parámetros a evaluar para determinar el Índice de Calidad del Agua -ICA-

Con el propósito de evaluar la calidad del recurso hídrico del sistema de abastecimiento de agua, para uso domiciliar de la aldea Shusho Arriba, se analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológico siguientes: coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno en cinco días, nitratos, fosfatos, cambio de la temperatura, turbidez, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto.

8.3.1 Determinación de los parámetros de calidad del agua a nivel de campo

Se utilizó el dispositivo portátil multiparámetro HQ40, el cual se calibro previo a la toma de muestras, con el cual se midieron los siguientes parámetros in situ:

- Potencial de hidrogeno pH (en unidades de pH)
- Oxígeno disuelto (mg/L y OD en % saturación)
- Conductividad eléctrica $\mu\text{s/cm}$
- Cambio de la temperatura (en $^{\circ}\text{C}$)
 - Temperatura del agua
 - Temperatura ambiente (hidrómetro)

Los resultados obtenidos en cada parámetro se registraron en boletas de campo diseñadas para este fin (anexo 10).

8.3.2 Determinación de parámetros a nivel de laboratorio

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos se determinaron en el laboratorio ambiental de CUNORI, siendo los siguientes:

Parámetros físicos:

- Turbidez (en NTU)
- Sólidos Disueltos Totales (en mg/l)

Parámetros químicos:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/l)
- Nitratos (NO_3 en mg/l)
- Fosfatos (PO_4 en mg/l)

Parámetros microbiológicos:

- Coliformes fecales (en NMP/100 ml)

8.3.3. Determinación de la calidad de agua en los sistemas de distribución de agua domiciliar

Para determinar la calidad de agua de uso doméstico de la aldea Shusho Arriba, se establecieron 8 puntos de muestreo, dos en los tanques captación, dos en los hogares donde inicia el sistema distribución de agua, dos en los hogares de la parte media de los sistemas y dos en los hogares de la parte final de los sistemas.

8.3.4. Recolección de muestras de agua

Para la recolección de las muestras de agua en cada punto de muestreo, se aplicaron las recomendaciones propuestas por la Asociación de Salud Pública Americana (APHA) y Asociación de Trabajos del Agua de los Estados Unidos (AWWA) y Water Environment Federation (WEF), que permitió obtener resultados confiables. Pasos a seguir:

- Para recolectar la muestra se abre la llave del sistema de abastecimiento de agua por aproximadamente 3 a 5 minutos, para remover el agua estancada y homogenizar la muestra.
- Se levantan los recipientes con agua de la fuente tres veces de manera consecutiva.
- Se utilizan recipientes de plástico con capacidad de 1 litro, los cuales están lavados para evitar cualquier contaminación en la muestra.
- Se tiene el recipiente cerrado hasta el momento de tomar la muestra.
- Evitar extraer las muestras de agua en sitios cercanos a orillas o bordes de infraestructuras.
- Tomar las muestras en los sitios de mayor mezcla, inmediatamente después de ésta, para asegurar la representatividad del agua contenida en el punto de muestreo.
- Tomar la muestra de forma rápida introduciendo el recipiente en el agua, con movimiento horizontal, dejando un espacio vacío para facilitar la agitación de la muestra.
- Identificar el recipiente con la muestra de forma clara con la siguiente información: número de muestra, nombre de la fuente, lugar de recolección, fecha y hora de muestreo y responsable.
- Se colocan las muestras en una hielera a 4°C para ser trasladadas al laboratorio (APHA *et al.*1999).

8.3.5. Transporte de las muestras de agua

El tiempo de traslado de las muestras de agua al laboratorio no debe exceder las 24 horas. Antes de efectuar el transporte de las muestras recolectadas, verificar que el etiquetado corresponda con el registro de campo, lo que permite identificar las muestras con precisión; adicionalmente se verifica que los recipientes estén cerrados para evitar la

pérdida de agua y mantener las muestras a una temperatura aproximada de 4°C, durante el tiempo que dure el traslado hasta el laboratorio.

8.4. Método de análisis para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos

La metodología utilizada para realizar el análisis físico, químico y microbiológico del agua, está basado en los métodos de análisis recomendados por el “Standard Methods of the examination of Water and Wastewater” (anexo 9).

8.5. Estimación del Índice de Calidad del Agua (ICA)

Para estimar el Índice de Calidad de Agua -ICA-, se midieron 9 parámetros de acuerdo a la propuesta de Brown, los cuales son:

- Coliformes fecales (en NMP/100ml)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Biológica de Oxígeno en cinco días (DBO₅ en mg/l)
- Nitratos (NO₃ en mg/L)
- Fosfatos (PO₄ en mg/L)
- Cambio de la temperatura (en °C)
- Turbidez (en NTU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

a. Cálculo del índice de calidad del agua general

Según Salazar (2016), el índice de Brown o Índice de Calidad de Agua general, se puede determinar realizando la suma lineal ponderada de los subíndices (ICAA) o una función ponderada multiplicativa (ICAM), para este estudio se utilizó la función ponderada multiplicativa debido a que otros autores (Landwehr y Denninger, 1976), demostraron que el cálculo del Índice de Calidad de Agua -ICA- mediante esta técnica es superior a la aritmética, es decir que es mucho más sensible a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad.

Que se expresa matemáticamente de la forma siguiente:

$$ICA_m = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$$

En dónde:

- W_i =Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno
- Sub_i = sub índice del parámetro i.

Cuadro 2. Peso relativo para cada parámetro del -ICA-

No.	Sub _i	W _i
1	Coliformes fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO ₅	0.1
4	Nitratos	0.1
5	Fosfatos	0.1
6	Temperatura	0.1
7	Turbidez	0.08
8	Sólidos disueltos totales	0.08
9	Oxígeno disuelto	0.17

Fuente: SNET (s.f).

Pasos a seguir para calcular los subíndices de calidad de agua (anexo 14):

- **Coliformes fecales:** si son mayores de 100,000 ufc/100mL el sub₁ es igual a 3; si el valor es menor a 100,00 ufc/100mL, se busca el valor en (x) y se interpola el valor en el eje (Y), el valor encontrado es el Sub₁ de Coliformes Fecales, luego se procede a elevarlo al peso w_1 .
- **pH:** si es igual o menor a 2 el valor es mayor o igual a 10 el Sub₂ es igual a 3. Si el valor del pH está entre 2 y 10 se busca el valor en (X) y se interpola en valor en el eje (Y), el valor encontrado en el Sub₂ de pH y se procede a elevarlo al peso w_2 .
- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):** si es mayor de 30 mg/L el Sub₃ es igual a 2, si la DBO es menor de 30 mg/L se busca el valor en el eje de (X), y se interpola el valor en el eje (Y), el valor encontrado es el (Sub₃) de DBO y se procede a elevarlo al peso w_3

- **Nitratos:** si es mayor de 100 mg/L el (Sub₄) es igual a 2, si los nitratos son menores de 100 mg/L se busca el valor en el eje (X) se interpola el valor en el eje (Y), el valor encontrado es el (Sub₄) de Nitratos y se procede a elevarlo al peso w_4 .
- **Fosfatos:** si es mayor de 100 mg/L el (Sub₄) es igual a 2, si los nitratos son menores de 100 mg/L se busca el valor en el eje (X), y se interpola el valor en el eje (Y), el valor encontrado es el (Sub₅) de Nitratos y se procede a elevarlo al peso w_5 .
- **Temperatura:** para este parámetro se calcula primero la diferencia entre la T ambiente y la T muestra y con el valor obtenido se procede. Si el valor de la diferencia es mayor de 15° C el (Sub₆) es igual a 9, si es menor de 15°C se busca el valor en el eje (X) y se interpola al valor en el eje (Y), el valor encontrado es el (Sub₆) de temperatura y se procede a elevarlo al peso w_6 .
- **Turbidez:** si es mayor de 100 NTU el (Sub₇) es igual a 5, si la turbidez es menor de 100 NTU, se busca el valor en el eje (X) y se interpola en el eje (Y), el valor encontrado es el (Sub₇) de turbidez y se procede a llevarlo al peso w_7 .
- **Sólidos disueltos totales:** si son mayores de 500 mg/L el (Sub₈) es igual a 3, si es menor de 500 mg/L, se busca el valor en el eje de (X), se interpola en el eje de la (Y), el valor encontrado es el (Sub₈) de Sólidos disueltos Totales y se procede a elevarlo al peso w_8 .
- **Oxígeno disuelto:** hay que calcular el porcentaje de saturación del OD en el agua, identificando el valor de saturación de OD según la temperatura del agua como se demuestra en el cuadro 4.

Cuadro 3. Solubilidad de oxígeno en agua dulce

Temp.	OD	Temp.	OD	Temp.	OD.	Temp.	OD.
1	14.19	12	10.76	23	8.56	34	7.05
2	13.81	13	10.52	24	8.4	35	6.93
3	13.44	14	10.29	25	8.24	36	6.82
4	13.09	15	10.07	26	8.09	37	6.71
5	12.57	16	9.85	27	7.95	38	6.61
6	12.43	17	9.65	28	7.81	39	6.51
7	12.12	18	9.45	29	7.67	40	6.41
8	11.83	19	9.26	30	7.54	41	6.31
9	11.55	20	9.07	31	7.42	42	6.22
10	11.27	21	8.9	32	7.28	43	6.13
11	11.01	22	8.72	33	7.16	44	6.04

Fuente: SNET (s.f).

Si el porcentaje (%) de saturación de OD es mayor a 140% el (Sub₉) es igual a 47, si el valor es menor de 140% la saturación de OD se busca el valor en el eje (X) en la figura 11, se interpola el valor en el eje (Y), el valor encontrado es el (Sub₉) de Oxígeno Disuelto y se procede elevarlo el peso w₉.

Los valores que se obtuvieron se incorporaron en el siguiente cuadro, para calcular el valor del índice de calidad de agua por cada punto de muestreo.

Cuadro 4. Cálculo del Índice de Calidad de Agua

Parámetros		Valor	Unidades	Sub _i	Wi	Total
1	Coliformes Fecales		NMP/100 ml		0.15	
2	pH		Unidades pH		0.12	
3	DBO ₅		mg/l		0.10	
4	Nitratos		mg/l		0.10	
5	Fosfatos		mg/l		0.10	
6	Temperatura		°C		0.10	
7	Tubidez		FAU		0.08	
8	Sólidos Disueltos Totales		mg/l		0.08	
9	Oxígeno Disuelto		% saturación		0.17	
Valor de Índice de Calida de Agua -ICA-					Suma	0.00

Fuente: SNET (s.f).

Después del cálculo del Índice de Calidad de Agua de tipo general, se clasifico la calidad del agua con base al cuadro 5:

Cuadro 5. Clasificación de la “ICA” propuesta por Brown (1970)

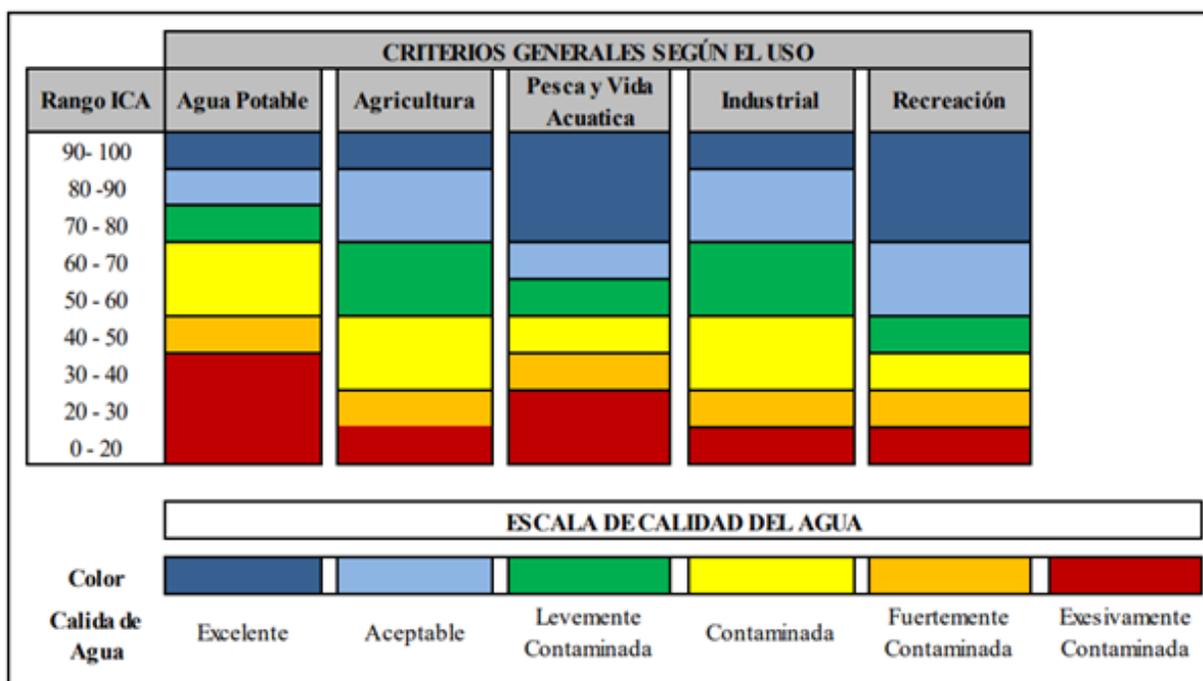
CALIDAD DEL AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		90-100
Buena		70-90
Regular		50-70
Mala		25-50
Pésima		0-25

Fuente: SNET (s.f).

8.5.1 Evaluación utilizando el Índice de Calidad de Agua -ICA-

Con los resultados obtenidos del ICA, y los criterios generales de uso, de los lineamientos propuestos por el panel de expertos, Dinius (1987) se definen 6 rangos de estado de calidad del agua: (E) Excelente; (A) Aceptable; (LC) Levemente Contaminada; (C) Contaminada; (FC) Fuertemente Contaminada y (EC) Excesivamente Contaminada. En el cuadro 6, se muestra la clasificación en función al ICA y según el uso del agua.

Cuadro 6. Criterios generales según el uso.



Fuente: García 2010.

- **Uso como Agua Potable**

90-100 E - No requiere purificación para consumo.

80-90 A - Purificación menor requerida.

70-80 LC- Dudoso su consumo sin purificación.

50-70 C - Tratamiento potabilizador necesario.

40-50 FC- Dudosa para consumo.

0-40 EC- Inaceptable para consumo.

- **Uso en Agricultura**

90-100 E - No requiere purificación para riego.

70-90 A - Purificación menor para cultivos que requieran de alta calidad de agua.

50-70 LC- Utilizable en mayoría de cultivos.

30-50 C - Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos.

20-30 FC- Uso solo en cultivos muy resistentes.

0-20 EC- Inaceptable para riego.

- **Uso en Pesca y Vida Acuática**

70-100 E - Pesca y vida acuática abundante.

60-70 A - Límite para peces muy sensitivos.

50-60 LC- Dudosa la pesca sin riesgos de salud.

40-50 C - Vida acuática limitada a especies muy resistentes.

30-40 FC- Inaceptable para actividad pesquera.

0-30 EC- Inaceptable para vida acuática.

- **Uso Industrial**

90-100 E - No se requiere purificación.

70-90 A - Purificación menor para industrias que requieran alta calidad de agua para operación.

50-70 LC- No requiere tratamiento para mayoría de industrias de operación normal.

30-50 C - Tratamiento para mayoría de usos.

20-30 FC- Uso restringido en actividades burdas.

0-20 EC- Inaceptable para cualquier industria.

8.6. Determinación de caudales

Para conocer el caudal de las fuentes que abastecen de agua de los hogares de la aldea Shusho Arriba, se utilizó el método volumen y tiempo (método volumétrico).

Una forma fácil de calcular caudales pequeños, es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente con un volumen conocido. La metodología utilizada consistió en colocar un recipiente directamente en el flujo de agua de la tubería que desemboca en el tanque de captación; y con un cronómetro se midió el tiempo de llenado del recipiente. El procedimiento se repitió tres veces y se estimó un valor promedio del tiempo.

El caudal se determinó mediante la fórmula siguiente: $Q = \text{Volumen} / \text{Tiempo}$.

En donde: $Q = \text{Caudal (lts/seg)}$

8.7. Servicio ambiental a valorar

Los servicios y bienes ambientales son todos aquellos que son proporcionados por la naturaleza, y que satisfacen necesidades básicas para la sobrevivencia del ser humano. El servicio a valorar es el recurso hídrico proveniente de la microcuenca río Shusho, que es utilizada para abastecer de agua de uso doméstico a la aldea Shusho Arriba.

8.8. Método de valoración económica

Para la valoración económica, se utilizó el método de Valoración Contingente, el cual consiste en reunir información a través de encuestas planteando un mercado hipotético, lo cual permite determinar la disposición a pagar (DAP) de los usuarios del servicio de agua domiciliar y con ello poder determinar el valor económico que le conceden al servicio ambiental.

8.9. Determinación de la muestra

Para la determinación de la muestra, se utilizó la ecuación de muestreo irrestricto, la cual se define con base al número total de viviendas que poseen de servicio de agua domiciliar. Utilizando la siguiente fórmula:

Fórmula 1.

$$n = \frac{Z^2 (1 - \infty) PQ + d^2}{d^2 \frac{+Z^2 (1 - \infty) PQ}{2} + \frac{(0.10)^2}{210}}$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (210)

 $\infty = 0.05$

Z = 1.96

P = Probabilidad de éxito (0.5)

Q = Probabilidad de fracaso (0.5)

d= Precisión de los estándares (0.10)

Aplicación de la fórmula:

$$n = \frac{(1.96)^2 \left(1 - \frac{0.05}{2}\right) (0.5) (0.5) + (0.10)^2}{(0.10)^2 \frac{+ (1.96)^2 \left(1 - \frac{0.05}{2}\right) (0.5) (0.5)}{210} + \frac{(0.10)^2}{210}}$$

$$n = \frac{0.9738456}{(0.10)^2 \frac{+ 0.93639}{210}}$$

$$n = \frac{0.9738456}{0.01 + 0.004459}$$

$$n = \frac{0.9738456}{0.014459} \quad n = 67.35 \approx \underline{67}$$

8.10. Selección de la muestra

La selección se realizó por medio del programa ArcGIS y herramientas del programa de Microsoft Excel, que permitió generar 67 números aleatorios a partir del número de viviendas, identificando y enumerándolos en un mapa las viviendas en la comunidad (anexo 5).

8.11. Variables a estudiar

Las variables estudiadas son las siguientes:

a. Características socio económicas

- Genero (% y DAP según sexo)
- Edad (% y DAP según edad)
- Educación (% y DAP según grado educativo)
- Número de integrantes de la familia
- Ingresos

b. Características socio ambientales

- Focos de contaminación
- Existencia de alcantarillado de aguas servidas
- Manejo de los desechos solidos
- Tipos de servicios sanitarios
- Estado de conservación de la vivienda

c. Variables relacionadas con el uso del agua

- Uso que le da al agua en el hogar
- Actividad que demanda más agua
- Cantidad de agua necesaria para uso domestico
- Calidad del servicio
- Horario del servicio
- Cantidad de días que llega el agua a los domicilios
- Cuánto paga por el servicio

d. Variables relacionadas con la disposición a pagar (DAP)

- Importancia del agua para el desarrollo de sus actividades diarias
- Porcentaje de entrevistados que respondieron afirmativamente
- Disposición a pagar

- Razones por las que no están dispuestos a pagar
- Institución adecuada para recibir el pago y funcionar como intermediario en el PSA
- Importancia del bosque en el abastecimiento de agua en cantidad y calidad
- Quién debe velar por la conservación de los bosques.

8.12. Formulación de la encuesta

La encuesta se estructuró en cuatro bloques: primer bloque se realizaron preguntas de aspectos socio económicos, segundo bloque corresponde a preguntas relacionadas con aspectos socio ambientales, tercer bloque posee preguntas para saber si los entrevistados conocen el sistema del servicio de agua domiciliar y en el cuarto bloque se expusieron las condiciones actuales del área de estudio y del servicio ambiental a valorar para que los usuarios conocieran la importancia de promover un manejo en la microcuenca, por último se preguntó la disposición a pagar y el mecanismo apropiado para realizar el pago por el servicio ambiental (anexo 7).

Previamente para la validación de las encuestas se realizó una prueba de llenado de 10 boletas que representan el 14.92%, para poder verificar que el contenido de las boletas fuera adecuado y recabar la información necesaria para cumplir los objetivos de la investigación.

8.13. Análisis de la información

El análisis de las variables se realizó, por medio del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), relacionando la disponibilidad a pagar (DAP) con las variables socio económicas y socio ambientales. La elaboración de las medidas de tendencia central se determinó mediante fórmulas estadísticas del programa Microsoft Excel y la información obtenida fue interpretada con la ayuda de cuadros y gráficas.

Para determinar si existe diferencia significativa entre las variables, se realizaron pruebas de Chi Cuadrado de independencia, que permite estipular si el valor observado de una variable depende del valor observado en otra.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. Determinación de caudales en las fuentes de agua que abastecen a la aldea Shusho Arriba.

La aldea Shusho Arriba se abastece de agua domiciliar por dos fuentes de agua: Agua Caliente y Chorro Caliente, que se ubican en la microcuenca del río Shusho, estas fuentes son captadas en dos tanques, para luego ser distribuidos a las viviendas, en dos sistemas de distribución: el sistema 1: tanque de captación 1 (T1S1) abastece la población de la parte alta de la comunidad y el sistema 2: tanque de captación 2 (T2S2) abastece las viviendas de la parte baja de la comunidad.

En el cuadro 7, se presentan los resultados de la determinación de los caudales en las dos fuentes de agua que abastecen la aldea Shusho Arriba, dicha medición de caudales se llevó a cabo en los tanques de distribución de cada una de los sistemas, para lo cual se utilizó el método volumétrico. Los resultados corresponden a la época de estiaje (abril).

Cuadro 7. Caudales de las fuentes de agua que abastecen la aldea Shusho Arriba.

Caudales en lt/seg de fuentes de abastecimiento de agua			
No.	Simbología	Descripción	Caudal (lt/seg)
1	T1S1	Tanque de captación 1, sistema 1	0.79
2	T2S2	Tanque de captación 2, sistema 2	2.39

9.2. Determinación de la calidad del agua en los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.

En los dos sistemas de abastecimiento domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba, se recolectaron 8 muestras de agua, distribuidas de la siguiente manera: 2 en el tanque de captación, 2 en la parte inicial del sistema, 2 en la parte intermedia y 2 en la parte final. Donde se analizaron 9 parámetros: pH, temperatura, oxígeno disuelto en % de saturación, DBO₅, turbidez, nitratos, fosfatos y coliformes fecales. En el cuadro 8, se presenta los resultados de los 9 parámetros en cada sistema de distribución de agua domiciliar (anexo 15).

Cuadro 8. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua en los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.

Parámetros											
No.	ID	Punto de muestreo	Temperatura del agua (°C)	Unidades (pH)	Turbidez (NTU)	Oxígeno disuelto (% Saturación)	DBO ₅ (mg/L)	Sólidos disueltos totales (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Coliformes fecales
1	T1S1	Tanque de captación 1, sistema 1	39.00	7.74	0.25	121.8	5.04	248	8.64	0.29	< 3
2	V1S1	Vivienda 1, sistema 1	34.00	7.88	0.39	119.1	0.60	248	8.08	0.31	43
3	V2S1	Vivienda 2, sistema 1	36.80	8.10	0.17	119.7	0.18	249	6.60	0.33	43
4	V3S1	Vivienda 3, sistema 1	31.00	8.20	0.18	117.6	1.32	245	8.61	0.31	150
5	T2S2	Tanque de captación 2, sistema 2	37.00	7.74	0.18	116.8	0.60	245	8.08	0.34	< 3
6	V1S2	Vivienda 1, sistema 2	38.00	8.08	0.30	110.5	1.62	246	7.54	0.34	43
7	V2S2	Vivienda 2, sistema 2	35.70	8.09	0.32	118.1	0.60	297	9.19	0.44	43
8	V3S2	Vivienda 3, sistema 2	31.50	8.27	0.50	116.7	0.90	245	7.34	0.37	93
LMA			LMA: 15 - 25°C	LMA: 7.0 - 7.5	LMA: 5 NTU	LMA: 80%	LMA: 3 mg/L	LMA: --- mg/L	LMA: --- mg/L	LMA: 0.5 mg/L	Valor de referencia: < 3.0 NMP/100 ml
LMP			LMP: 34°C	LMP: 6.5 - 8.5	LMP: 15 NTU	LMP: 100%	LMP: 25 mg/L	LMP: 500 mg/L	LMP: 10 mg/L	LMP: 1.0 mg/L	

9.3. Índice de Calidad del Agua -ICA-

El Índice de Calidad de Agua, se determinó mediante el análisis de nueve parámetros según la metodología propuesta por Brown, los cuales son: cambio de temperatura, pH, demanda biológica de oxígeno (DBO₅), sólidos disueltos totales, turbidez, oxígeno disuelto en % de saturación, nitratos, fosfatos y coliformes fecales.

En el cuadro 18, se presenta el Índice de Calidad de Agua para cada punto de muestreo establecido en los sistemas de abastecimiento domiciliario, donde se observa que el menor Índice de Calidad del Agua se presenta en la vivienda 2, sistema 2, (parte intermedia del sistema) (V2S2) con un valor de 72.27; mientras que el Índice de Calidad de Agua más alto es el punto de muestreo del Tanque de captación 2, del sistema 2 (T2S2) con un valor de 83.81.

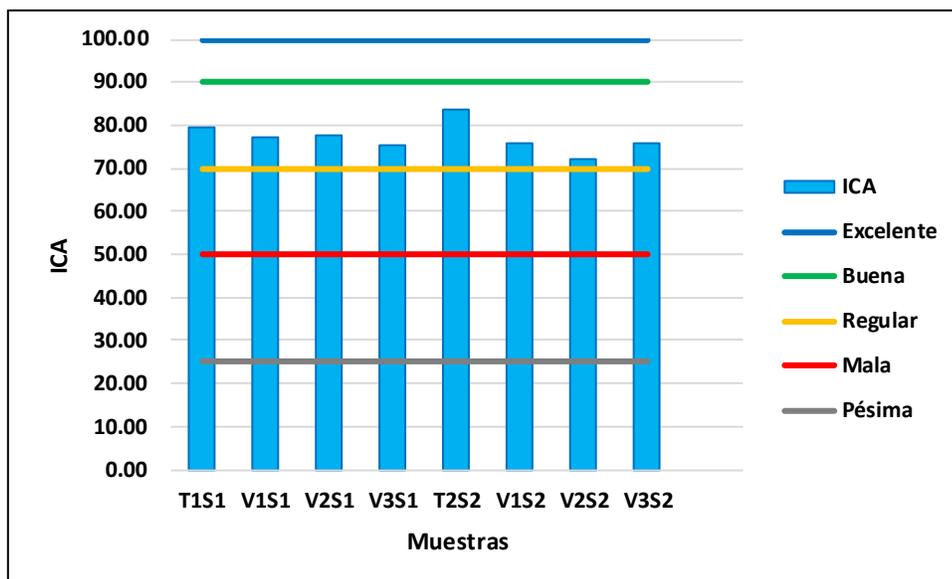
Es importante indicar que las muestras de agua tomadas en el tanque 1 del sistema 1 (T1S1) y el tanque 2 del sistema 2 (T2S2) se obtuvieron directamente de la tubería de las fuentes del agua que proviene de la microcuenca del río Shusho.

Cuadro 9. Índice de Calidad de Agua -ICA- en los sistemas de distribución domiciliario de la aldea, Shusho Arriba.

INDICE DE CALIDAD DEL AGUA				
No.	Identificación	Descripción	ICA	Calidad del agua
1	T1S1	Tanque de captación 1, sistema 1	79.59	Buena
2	V1S1	Vivienda 1, sistema 1	77.35	Buena
3	V2S1	Vivienda 2, sistema 2	77.88	Buena
4	V3S1	Vivienda 3, sistema 3	75.57	Buena
5	T2S2	Tanque de captación 2, sistema 2	83.81	Buena
6	V1S2	Vivienda 1, sistema 2	75.87	Buena
7	V2S2	Vivienda 2, sistema 2	72.27	Buena
8	V3S2	Vivienda 3, sistema 2	75.80	Buena

En la gráfica 1, se muestra el Índice de Calidad de Agua de los puntos de muestreo en los dos sistemas de distribución domiciliario de la aldea, donde se puede observar que la calidad del agua en todos los puntos de muestreo se clasifica como “Buena”, sin embargo,

es importante indicar que la calidad del agua se ve afectada por la presencia de bacterias coliformes fecales.



Grafica 1. Índice de calidad de agua -ICA- en los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.

9.3.1. Calidad del agua de acuerdo con los criterios generales de uso

De acuerdo con los lineamientos del panel de expertos Dinius (1987), el cual se basa en los usos del agua con relación a la calidad que presenta, utilizando cinco criterios generales de uso: agua potable, agricultura, pesca y vida acuática, industrial y recreación.

En el cuadro 10, se presentan la calidad del agua de acuerdo a los criterios generales de uso, donde se determinó que la muestra del tanque 1 del sistema 1 (T1S1) , las dos muestras de las viviendas iniciales del sistema 1 y 2 (V1S1, V1S2), las muestras de las viviendas de la parte intermedia del sistema 1 y 2 (V2S1, V2S2) y las muestras de las viviendas en la parte final sistema 1 y 2 (V3S1, V3S2) se encuentran entre los parámetros de 70-80 “Levemente contaminada”, la cual según criterios generales de uso el agua para consumo humano es dudoso sin purificación y la muestra tomada en el tanque 2 del sistema 2 (T2S2) es la única que se encuentra entre los parámetros 80-90 “Aceptable”, en el que los criterios generales de uso de agua indican que el agua necesita purificación menor para ser consumida.

Cuadro 10. Calidad de agua según criterios generales de uso, en los sistemas de distribución de agua, de la aldea Shusho Arriba.

Calidad de agua según los criterios generales de uso								
No.	ID	Puntos de muestreo	ICA	Agua potable	Agricultura	Pesca y vida acuática	Industrial	Recreación
1	T1S1	Tanque de captación 1, sistema 1	79.59	Levemente contaminada	Aceptable	Excelente	Aceptable	Excelente
2	V1S1	Vivienda 1, sistema 1	77.35	Levemente contaminada	Aceptable	Excelente	Aceptable	Excelente
3	V2S1	Vivienda 2, sistema 2	77.88	Levemente contaminada	Aceptable	Excelente	Aceptable	Excelente
4	V3S1	Vivienda 3, sistema 3	75.57	Levemente contaminada	Aceptable	Excelente	Aceptable	Excelente
5	T2S2	Tanque de captación 2, sistema 2	83.81	Aceptable	Aceptable	Excelente	Aceptable	Excelente
6	V1S2	Vivienda 1, sistema 2	75.87	Levemente contaminada	Aceptable	Excelente	Aceptable	Excelente
7	V2S2	Vivienda 2, sistema 2	72.27	Levemente contaminada	Aceptable	Excelente	Aceptable	Excelente
8	V3S2	Vivienda 3, sistema 2	75.80	Levemente contaminada	Aceptable	Excelente	Aceptable	Excelente

De acuerdo con el Índice de Calidad de Agua -ICA- y los criterios generales de usos, la calidad de agua en los sistemas de distribución, se describen de la siguiente manera:

- **Agua potable:** se puede observar que el 87.5% de las muestras se encuentran Levemente Contaminados, por lo que su uso es dudoso para consumo sin purificación y el 12.5% restante, posee calidad “Aceptable”, indicando que requiere purificación menor previo al consumo humano.
- **Agrícola:** el 100% de las muestras poseen calidad de agua “Aceptable”, para uso agrícola utilizada para la mayoría de cultivos sin previo tratamiento.
- **Pesca y vida acuática:** según este uso la calidad del agua se clasifica “Excelente”, esto indica que la vida acuática puede desarrollarse sin mayores dificultades.
- **Industrial:** El 100% de las muestras poseen una calidad “Aceptable”, y requiere una purificación menor para los usos industriales que necesiten alta calidad de agua para su operación.
- **Recreación:** Todos los puntos de muestreo tienen calidad de agua “Excelente” para las actividades o deportes acuáticos sin tratamiento previo.

9.4 Valoración económica del agua

Para la valoración económica del agua de uso doméstico en la aldea Shusho Arriba, que proviene de la microcuenca del río Shusho, se utilizó el método de valoración contingente, con una muestra de 67 usuarios de los sistemas de abastecimiento domiciliario. Los resultados se analizaron mediante el paquete estadístico SAS y realizando la prueba de chi-cuadrado para determinar si existen diferencias significativas, con un nivel de confianza de 95%, (anexo 11,12).

9.4.1 Condiciones del servicio e importancia del agua

Al analizar las variables relacionadas con las condiciones del servicio de agua domiciliario, se pudo determinar que la fuente principal de abastecimiento son los sistemas comunitarios de agua donde la población recibe agua todos los días durante las 24 horas y consideran que la cantidad y calidad es adecuada y excelente, asimismo, califican el servicio como bueno. Y la población tiene conocimiento de donde proviene el agua y consideran importante los bosques para la sostenibilidad del servicio ambiental de provisión de agua.

La prueba de Chi-cuadrado muestra que existe diferencia significativa, en las siguientes variables: “horas de agua al día”, “calidad del servicio de agua”, “cantidad del agua”, “calidad del agua”, “tiene cisternas o depósitos”, “quien debería estar al cuidado de los bosques”, “el agua que proviene de la microcuenca está contaminada”, “el agua que consume para beber”, “calidad del agua en temporada de lluvia” y “ha tenido necesidad de comprar agua” si existe diferencia significativa. Y no existe diferencia significativa en las variables “cuota mensual” y “forma de pago”.

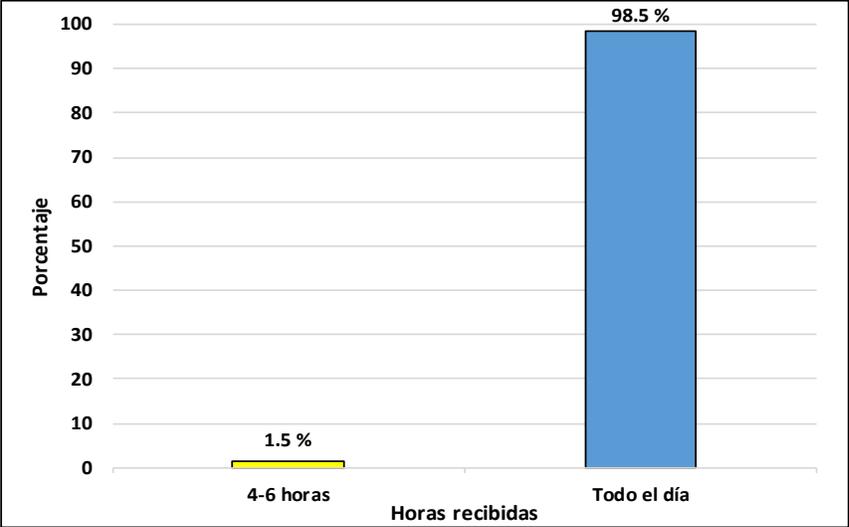
Los usuarios respondieron las mismas opciones en las variables siguientes, denominadas como no determinadas: “fuente principal de abastecimiento”, “agua disponible todos los días”, “conocimiento de la procedencia del agua que llega a la vivienda”, “que tipo de fuente de agua abastece al servicio domiciliario”, “existencia de pozo en el hogar”, “importancia del agua en el desarrollo de sus actividades” e “importancia de los bosques para la existencia del agua que consume”.

Cuadro 11. Variables que determinan las condiciones del servicio y la importancia del agua de los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.

Variables	Opiniones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba Chi-Cuadrado
Fuente Principal	Servicio municipal	0	0	No determinado
	Servicio comunal	67	100	
	Chorro publico	0	0	
	Pozo propio	0	0	
	Captación propia	0	0	
	Camión Cisterna	0	0	
Cuota mensual por el servicio de agua	Q. 4.00	44	65,7	Pr x2 <0.5381
	Q.00.00	23	34,3	
Forma de pago	Anual	44	65,7	Pr x2 <0.5381
	Mensual	0	0,0	
	No pagan	23	34,3	
Reciben agua todos los 7 días/semana	Si	67	100,0	No determinado
	No	0	0	
Horas que reciben agua/día	1- 2 horas	0	0	Pr x2 <0.0001
	4-6 horas	1	1,5	
	6-12 horas	0	0	
	Todo el día	66	98,5	
Calidad del servicio de agua	Regular	1	1,5	Pr x2 <0.0002
	Buena	36	53,7	
	Excelente	30	44,8	
Cantidad de agua que recibe	Poca	3	4,5	Pr x2 <0.0008
	Suficiente	59	88,1	
	Excesiva	5	7,5	
Calidad del agua que recibe	Mala	1	1,5	Pr x2 <0.0001
	Regular	4	6,0	
	Buena	15	22,4	
	Excelente	47	70,1	
Conoce la procedencia del agua que recibe	si	67	100	No determinado
	No	0	0	
De donde proviene el agua que recibe	Nacimiento de agua	67	100	No determinado
	Ríos	0	0	
	Pozos	0	0	

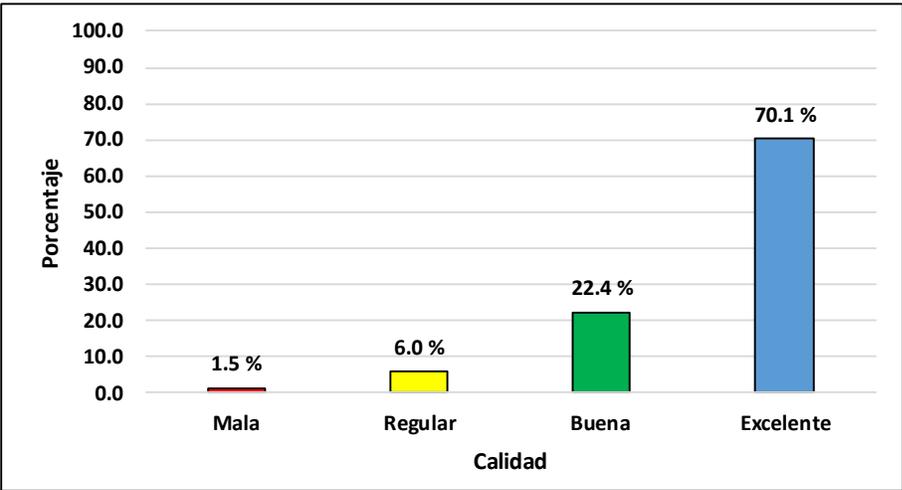
Variables	Opiniones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba Chi-Cuadrado
Tiene pozo en su vivienda	Si	0	0	No determinado
	No	67	100	
Tiene cisterna o depositos	Si	2	3,0	Pr x2 <0.0001
	No	65	97,0	
Importancia del agua en el desarrollo de sus actividades	No es importante	0	0	No determinado
	Poco importante	0	0	
	Importante	0	0	
	Muy importante	67	100	
Importancia de los bosques y la vegetación para la existencia del agua que recibe	No es importante	0	0	No determinado
	Poco importante	0	0	
	Importante	0	0	
	Muy importante	67	100	
Quién debe estar a cargo del cuidado de los bosques de la microcuenca río Shusho	COCODE	13	19,4	Pr x2 <0.0001
	Comité de la Microcuenca	7	10,4	
	Gobierno Nacional	4	6,0	
	Municipalidad	7	10,4	
	Los pobladores	10	14,9	
	Los anteriores	26	38,8	
Considera que el agua está contaminada	Si	4	6,0	Pr x2 <0.0001
	No	63	94,0	
El agua para consumo humano es	Del grifo	64	95,5	Pr x2 <0.0001
	Clorada	2	3,0	
	Hervida	1	1,5	
	Posee filtro	0	0	
	Compra agua potable	0	0	
La calidad del agua que recibe en época lluviosa	Buena	58	86,6	Pr x2 <0.0073
	Regular	6	9,0	
	Mala	3	4,5	
Ha tenido la necesidad de adquirir agua	Si	1	1,5	Pr x2 <0.0001
	No	66	98,5	

En la gráfica 2, se observa que el 98.5% de los usuarios reciben agua durante todo el día y el 1.5% de 4 a 6 horas/día; por lo tanto, los resultados muestran que en la aldea tiene por el momento problemas con el suministro de agua, sin embargo, esto podría cambiar en el futuro.



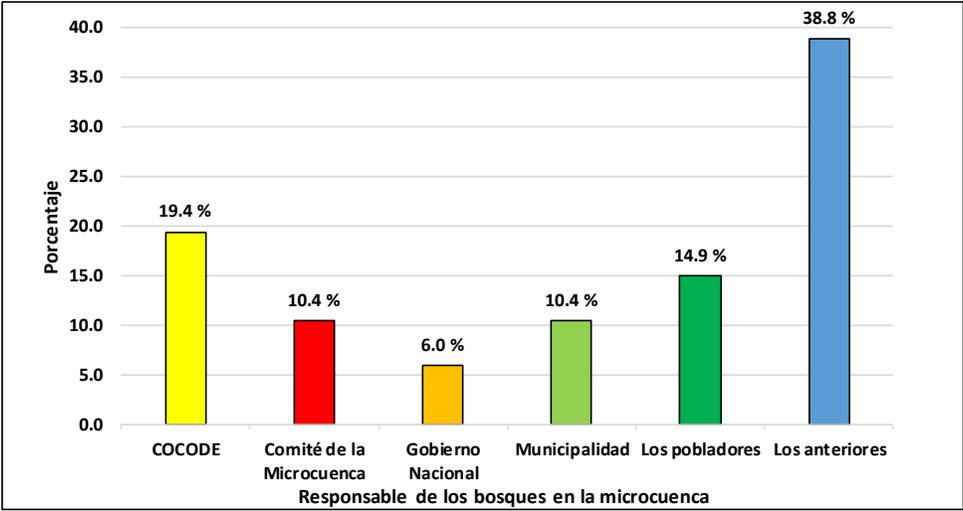
Gráfica 2. Distribución del servicio de agua en la aldea Shusho Arriba.

La gráfica 3, muestra que el 1.5% de los usuarios consideran que la calidad del agua es "Mala", el 6.0% indicaron que es "Regular", el 22.4% que el agua es "Buena" y el 70.1% la consideran "Excelente"; esto indica que para los usuarios consideran que el agua no requiere tratamiento, sin embargo los resultados de laboratorio muestra que el agua está contaminada por la presencia de bacterias coliformes fecales.



Gráfica 3. Percepción de la calidad del agua que reciben los usuarios de la aldea Shusho Arriba.

La gráfica 4, muestra que el 19.4% de los usuarios consideran que los Consejos Comunitario de Desarrollo –COCODE- son quienes deben velar por la conservación y protección de los bosques, el 10.4% consideran que debe ser un comité de la microcuenca, el 6.0% que esta es una obligación del gobierno central a través de los ministerios, el 14.9% consideran que esta es una responsabilidad del gobierno municipal, el 14.9% consideran que esta una responsabilidad de la población en general y conservación y el 38.8% respondió que esta una responsabilidad de forma conjunta donde deben participar las instituciones gubernamentales, consejos de desarrollo, comités y la población en general, porque la conservación de los recursos naturales es una responsabilidad donde deben participara todos los actores locales.



Gráfica 4. Responsable de la protección y conservación de los bosques de la microcuenca río Shusho.

9.4.2 Importancia del manejo sostenible del recurso hídrico y la disposición a pagar (DAP)

El análisis estadístico de la prueba de Chi-Cuadrado, muestra en las variables: disposición a pagar, monto con disposición a pagar, mejor alternativa para garantizar el servicio de provisión de agua, forma de realizar el pago y institución responsable de recibir y administrar los fondos; existe diferencias significativas en las respuestas de los usuarios del servicio de agua. Y únicamente en la variable causas de la no disposición a pagar no existe diferencias significativas en las respuestas de los usuarios del servicio. Los resultados se muestran en el cuadro 12.

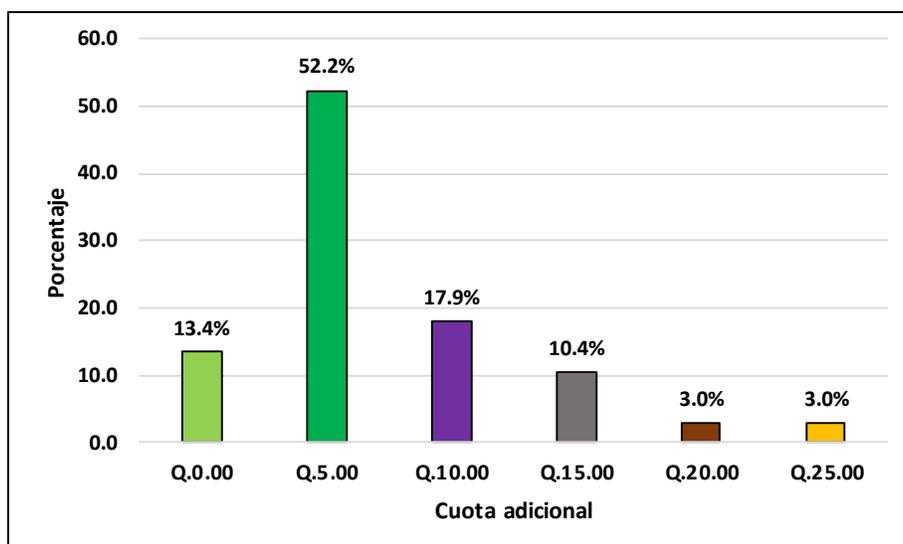
Cuadro 12. Análisis estadístico para las variables que determinan la importancia del manejo sostenible del recurso hídrico y la disposición a pagar por los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de la aldea Shusho Arriba.

Variables	Opiniones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba Chi-Cuadrado
Disposición a pagar	Si	58	86.6	Pr x2 <0.0020
	No	9	13.4	
Monto con disposición a pagar	Q.0.00	9	13.4	Pr x2 <0.0001
	Q.5.00	35	52.2	
	Q.10.00	12	17.9	
	Q.15.00	7	10.4	
	Q.20.00	2	3.0	
	Q.25.00	2	3.0	
Mejor alternativa para garantizar el servicio de agua	Saneamiento ambiental	2	3	Pr x2 <0.0001
	Sistemas agroforestales y silvopastoriles	4	6	
	Practicas de conservación de suelos	1	1.5	
	Reforestación	32	47.8	
	Bosques protegidos	16	23.9	
	Bosques protegidos y reforestación	3	4.5	
Forma para realizar el pago	Recibo de agua	21	31.3	Pr x2 <0.0001
	Hogar	34	50.7	
	Banco	2	3.0	
	Comité de la microcuenca	1	1.5	
Institución indicada para recibir y administrar los fondos	Municipalidad	43	64.2	Pr x2 <0.0001
	Organización no gubernamental	13	19.4	
	Sector privado	2	3.0	

Variables	Opiniones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba Chi-Cuadrado
Causas por las cuales no esta dispuesto a pagar un monto adicional	Situación económica no lo permite	5	55.6	Pr x2 <0.3774
	Este tipo de medidas no funcionan	0	0	
	La corrupcion puede evitar que los fondos lleguen a su destino	0	0	
	Es el gobierno y/o la municipalidad que son responsables	4	44.4	
	No es necesario este tipo de programas	0	0	

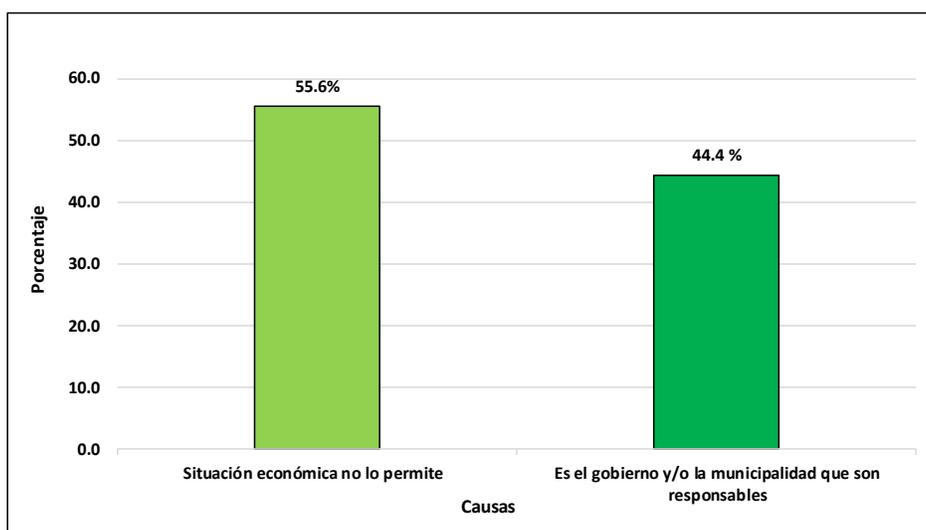
Los resultados muestran que el 86.6% de los usuarios del servicio de agua en la aldea Shusho Arriba tiene disposición a pagar una tarifa adicional a la que actualmente pagan por el servicio de agua, la cual puede ser destinada a la conservación y protección hidroforestal en la microcuenca. Es importante indicar que los usuarios de uno de unos de los sistemas de distribución de agua de la aldea actualmente no pagan una tarifa por el servicio de agua que reciben, sin embargo, están dispuestos a realizar un pago por este servicio.

La gráfica 5, muestra que el 13.4 % de los usuarios no están dispuestos a pagar una cuota adicional por lo tanto indicaron que no están dispuestos a pagar ningún monto adicional por el servicio; el 52.2% de los usuarios esta dispuestos a pagar un monto adicional de Q5.00, el 17.9% un monto de Q10.00 y el 10.4% un monto de Q15.00.



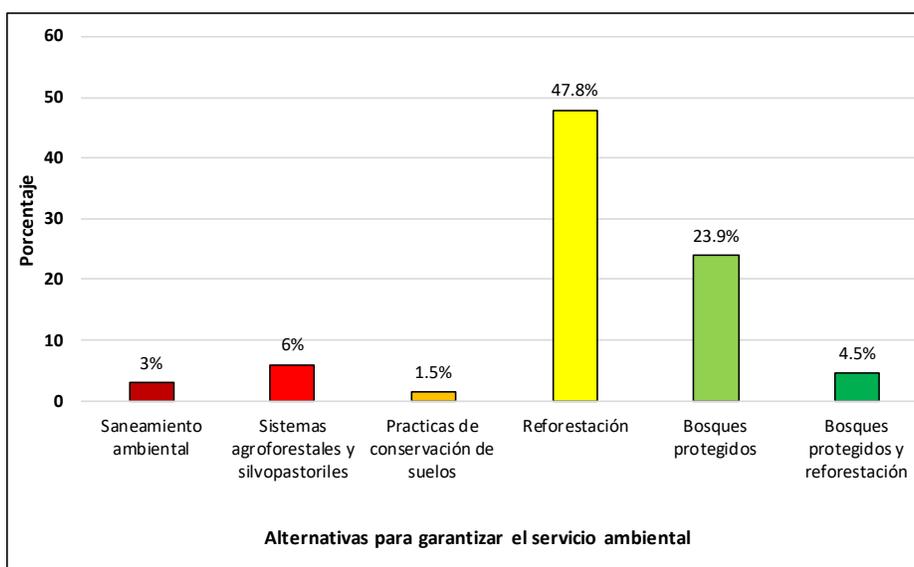
Gráfica 5. Monto con disposición a pagar por parte de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

La gráfica 6, muestra que el 55.6% los usuarios que no están dispuestos a pagar una cuota adicional por el servicio (13.4%), manifestaron que la causa principal, es porque, su situación económica en el momento del estudio no se lo permite y el 44.4% de los usuarios manifestaron que la conservación y protección de los recursos naturales en la microcuenca una responsabilidad del gobierno central y las municipalidades.



Gráfica 6. Causas de la no disposición a pagar por parte de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua en la aldea Shusho Arriba.

La gráfica 7, muestra que el 47.8% de los usuarios indicaron que la mejor alternativa para garantizar la sostenibilidad del servicio ambiental de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba es a través de la reforestación de las zonas de recarga hídrica de la microcuenca del río Shusho y el 23.9% manifestó que otra alternativa puede ser la protección de los bosques existentes en la microcuenca a través de los diferentes programas de incentivos forestales.



Gráfica 7. Alternativas para garantizar la sostenibilidad del servicio ambiental de provisión de agua domiciliar de la aldea Shusho Arriba.

9.4.3 Características socioeconómicas

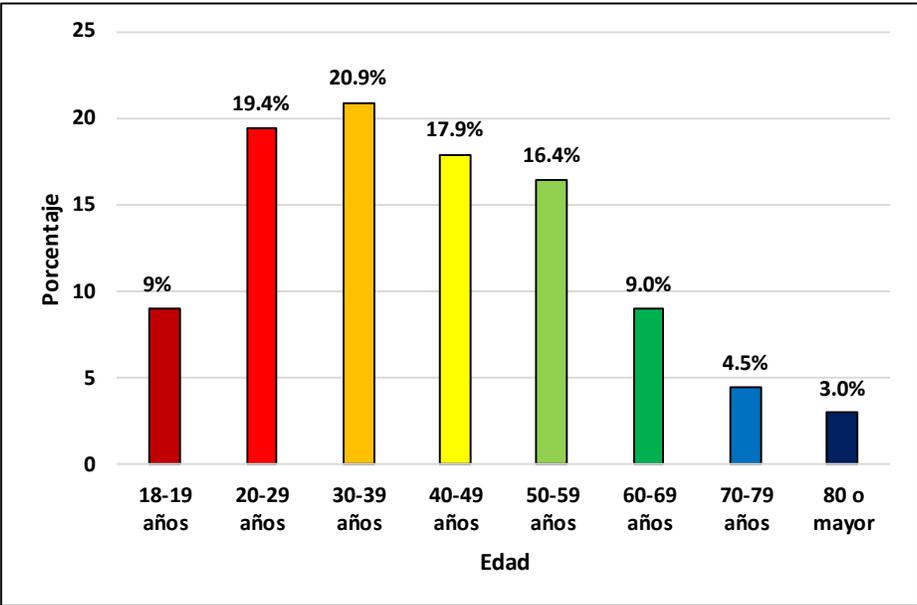
El cuadro 13, muestra los resultados de la prueba de Chi-cuadrado para cada una de las variables relacionadas con las características socioeconómicas de los usuarios del servicio de agua en la aldea Shusho Arriba, donde se observa que existen diferencias altamente significativas en las ocho variables estudiadas de esta sección.

Cuadro 13. Análisis estadísticos para las variables socioeconómicas de los usuarios de los sistemas de distribución de agua domiciliar de la aldea Shusho Arriba.

Variables	Opiniones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba Chi-Cuadrado
Sexo	Femenino	47	70.1	Pr x2 <0.0001
	Masculino	20	29.9	
Edad	18-19 años	6	9	Pr x2 <0.0001
	20-29 años	13	19.4	
	30-39 años	14	20.9	
	40-49 años	12	17.9	
	50-59 años	11	16.4	
	60-69 años	6	9.0	
	70-79 años	3	4.5	
	80 o mayor	2	3.0	
Nivel de estudios	Ninguno	14	20.9	Pr x2 <0.0001
	Primario	38	56.7	
	Basico	7	10.4	
	Diversificado	5	7.5	
	Universitario	3	4.5	
	Postgrado	0	0.0	
No. de personas/hogar	1	3	4.5	Pr x2 <0.0001
	2	10	14.9	
	3	22	32.8	
	4	22	32.8	
	5	8	11.9	
	6	2	3.0	
Situación laboral	Tiene empleo formal	23	34.3	Pr x2 <0.0001
	Tiene negocio propio o familiar	4	6.0	
	Trabaja en la agricultura	22	32.8	
	No tiene empleo	12	17.9	
	Esta jubilado (a)	4	6.0	
	Jubilado, agricultura	1	1.5	
	Tiene empleo formal, agricultura	1	1.5	
Procedencia de los ingresos en el hogar	Remesas	2	3.0	Pr x2 <0.0001
	Salarios de hijos (a)	0	0.0	
	Jubilación	3	4.5	
	Comercio	6	9.0	
	Agricultura	21	31.3	
	Empleo	29	43.3	
	Jubilación y remesas	1	1.5	
	Agricultura y salario de hijos (a)	4	6.0	
	Agricultura y empleo	1	1.5	
Tiene familia en Estados Unidos	Si	58	86.6	Pr x2 <0.0020
	No	9	13.4	
Ingresos totales/hogar	Menos de Q. 1000.00	0	0	Pr x2 <0.0001
	Entre Q. 1001.00 y Q. 2000.00	10	14.9	
	Entre Q. 2001.00 y Q. 3000.00	23	34.3	
	Entre Q. 3001.00 y Q. 4000.00	26	38.8	
	Entre Q. 4001.00 y Q. 5000.00	5	7.5	
	Entre Q. 5001.00 y Q. 6000.00	1	1.5	
	Entre Q. 6001.00 y Q. 7000.00	1	1.5	
	Entre Q. 7001.00 y Q. 8000.00	1	1.5	
	Arriba de Q. 8000.00	0	0	

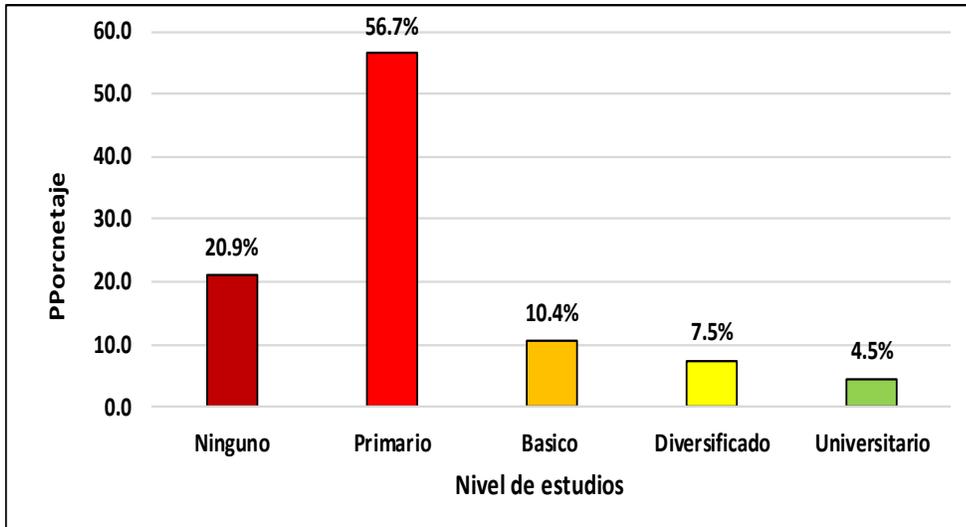
Es importante señalar que 70.1% de los usuarios del servicio de agua entrevistado, fueron de género femenino, porque regularmente las mujeres son las responsables de administrar el recurso agua en los hogares. Así mismo al momento de realizar el estudio fueron en su mayoría mujeres quienes respondieron la encuesta.

La gráfica 8, muestra que el 20.9% de los usuarios tiene edades entre 30 a 39 años, el 19.4% tiene edades entre los 20 a 29 años, el 17.9% tienen edades entre 40 a 49 años, el 16.4% tiene edades entre 50 a 59 años, el 9% tiene edades entre 18 a 19 años, 9% entre 60 a 69 años, el 4.5% tiene edades entre 70 a 79 años y el 3% tiene edades mayores de 80 años. Lo cual puede incidir en la disposición a pagar de los usuarios.



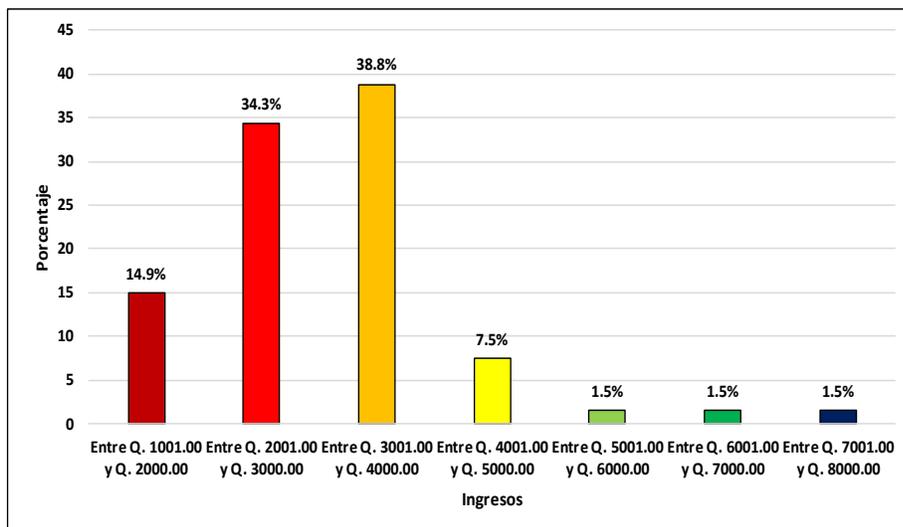
Gráfica 8. Edad de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua en la aldea Shusho Arriba.

La gráfica 9, muestra que el 56.7 % de los usuarios tienen estudios de nivel primario, el 20.9% no poseen estudios, el 10.4% tienen estudios de nivel básico, el 7.5% posee estudios de nivel diversificado y el 4.5% tiene estudios a nivel universitario. El nivel de estudios puede incidir de forma directa en la disposición a pagar por parte de la población.



Gráfica 9. Nivel de estudios de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

La gráfica 10, se muestra que el 38.8% de los usuarios tiene ingresos de Q. 3001.00 a Q.4,000.00/mes, el 34.3% posee ingresos de Q. 2,001.00 a Q.3,000.00/mes, el 14.9 % tiene ingreso de Q.1,000.1 a Q.2,000.00/mes, el 7.5% percibe ingresos de Q.4,001.00 y Q.5m000.00, y el 1.5% entre Q.5,001.00 a Q.6,000.00, Q. 6,001.00 a Q.7000.00 y de Q. 7,001.00 y Q. 8,000.00.



Gráfica 10. Ingresos por hogar de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

9.4.4. Características socioambientales

El cuadro 14, muestra los resultados de la prueba de Chi-cuadrado para cada una de las variables relacionadas con las características socioambientales de los usuarios del servicio de agua en la aldea Shusho Arriba, donde se observa que existen diferencias altamente significativas en las respuestas las variables: existencia y principales focos de contaminación, servicios sanitarios, estado actual de las viviendas, en el resto de variables muestra que no es posible determinar la significancia debido a que la totalidad de los entrevistados manifestó la misma respuesta, en estas la prueba de Chi-Cuadrado muestra un resultado no determinado.

Cuadro 14. Análisis estadístico de las características socioambientales de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua en la aldea Shusho Arriba.

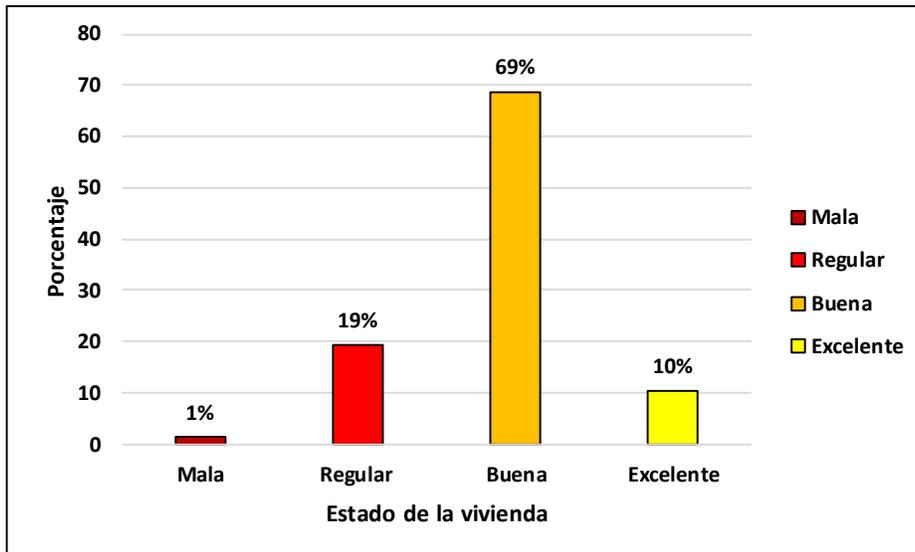
Variables	Opiniones	Frecuencia	Porcentaje	Prueba Chi-Cuadrado
Existen focos de contaminación en la comunidad	Si	23	34.33	Pr x2 <0.0001
	No	44	65.67	
Focos de contaminación en la comunidad	Basureros	4	5.97	Pr x2 <0.0001
	Drenajes	3	4.48	
	Basureros, drenajes	4	5.97	
	Basureros, drenajes , humo	12	17.91	
	No Hay	44	65.67	
Cuentan con alcantarillado de aguas servidas en la comunidad	Si	0	0	No determinado
	No	67	100	
Eliminación de desechos sólidos	Servicio municipal	0	0	No determinado
	Servicio privado	0	0	
	La queman	67	100	
	La entieran	0	0	
	La tiran en cualquier lugar	0	0	
	Aboneras	0	0	
Servicio sanitario con que cuenta	Inodoro conectado a red de drenaje	1	1	Pr x2 <0.0001
	Inodoro conectado a fosa septica	6	9	
	Excusado lavable	30	45	
	Letrina o pozo ciego	29	43	
	No tiene	0	0	
Estado de las viviendas	Mala	1	1	Pr x2 <0.3103
	Regular	13	19	
	Buena	46	69	
	Excelente	7	10	

Los resultados muestran que el 65.67% de los usuarios indicaron que en la comunidad no existen focos importantes de contaminación ambiental y el 34.33% indica que sí

existen focos importantes de contaminación. Todas las viviendas no poseen servicio de alcantarillado para el manejo de las aguas residuales y la población práctica la quema de los residuos sólidos como método para eliminar estos desechos en los hogares.

Es importante indicar que el 45% de las viviendas tiene servicios sanitarios con escusado lavable, el 43% de las viviendas poseen letrina o pozo ciego y el 9% conectado a fosa séptica.

La gráfica 11, muestra el 69% de la vivienda están en buen estado, el 19% en estado regular y el 10% en excelente estado, únicamente el 1% de la vivienda tiene un estado clasificado como malo y necesitan reparaciones importantes o ser reconstruidas en su totalidad.



Grafica 11. Estado de viviendas en la aldea Shusho Arriba

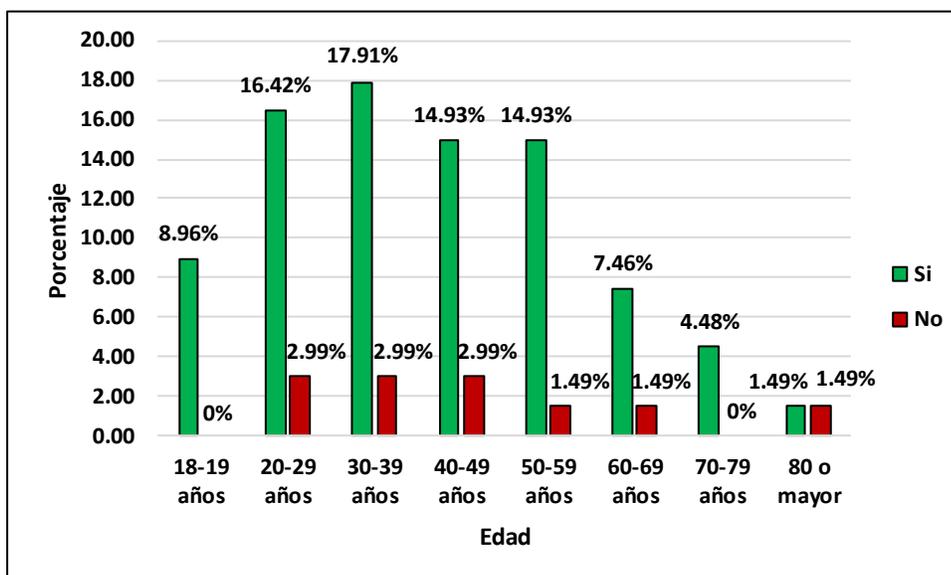
9.4.5. Análisis de contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y edad

El cuadro 15, muestra no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables disposición a pagar –DAP- y la edad de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, la edad de los usuarios no influye en la disposición a pagar.

Cuadro 15. Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y edad de usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

Edad de los usuarios	Disposición a pagar %	
	Si	No
18-19 años	8.96	0
20-29 años	16.42	2.99
30-39 años	17.91	2.99
40-49 años	14.93	2.99
50-59 años	14.93	1.49
60-69 años	7.46	1.49
70-79 años	4.48	0
80 o mayor	1.49	1.49
Chi-cuadrado	Pr x2 <0.7696	

La grafica 12, muestra que, a pesar de no existir diferencia significativa entre estas variables, se observa mayor disposición a pagar en los usuarios con edad de 30 a 39 años, así mimos se puede observar menor disposición a pagar en los usuarios con edades mayores de 60 años.



Gráfica 12. Contingencia ente la disposición a pagar -DAP- y edad de los usuarios.

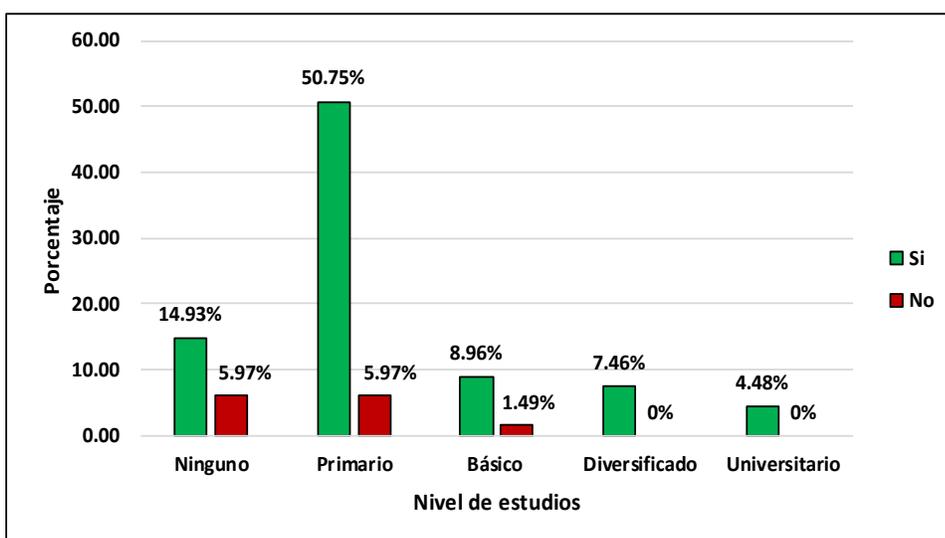
9.4.6 Análisis de contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y el nivel de estudios

El cuadro 16, muestra que no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables disposición a pagar –DAP- y nivel de estudios de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso el nivel de estudios no influye de forma directa en la disposición a pagar.

Cuadro 16. Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y nivel de estudios de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

Escolaridad	Disposición a pagar	
	Si	No
Ninguno	14.93	5.97
Primario	50.75	5.97
Básico	8.96	1.49
Diversificado	7.46	0
Universitario	4.48	0
Postgrado	0	0
Chi-cuadrado	Pr x2 <0.3693	

La grafica 13, muestra que, a pesar de no existir diferencia significativa entre estas variables, la mayor disposición a pagar en los usuarios con nivel primario de escolaridad, es debido a que la mayor parte de la población solo realizo estudios a nivel primario.



Gráfica 13. Contingencia entre disposición a pagar -DAP- y nivel de estudios

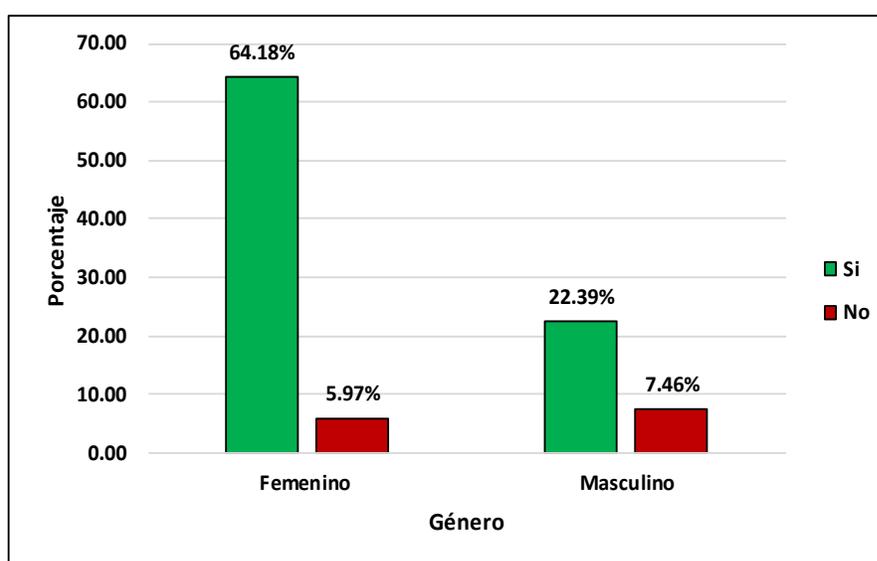
9.4.7. Análisis de contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y género

El cuadro 17, muestra no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables disposición a pagar –DAP- y el género de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso el género no influye de forma directa en la disposición a pagar.

Cuadro 17. Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y género de usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

Género	Disposición a pagar	
	Si	No
Femenino	64.18	5.97
Masculino	22.39	7.46
Chi-cuadrado	$Pr x^2 < 0.0701$	

La grafica 14, muestra que, a pesar de no existir diferencias significativas entre estas variables, se observa mayor disposición a pagar una cuota adicional en los usuarios de género femenino (64.18. La disposición a pagar del género femenino puede referirse a que las mujeres administran el recurso agua en el hogar, por las actividades domésticas que desempeñan, y por lo tanto le asignan mayor valor al recurso.



Gráfica 14. Contingencia entre la disposición a pagar -DAP- y género.

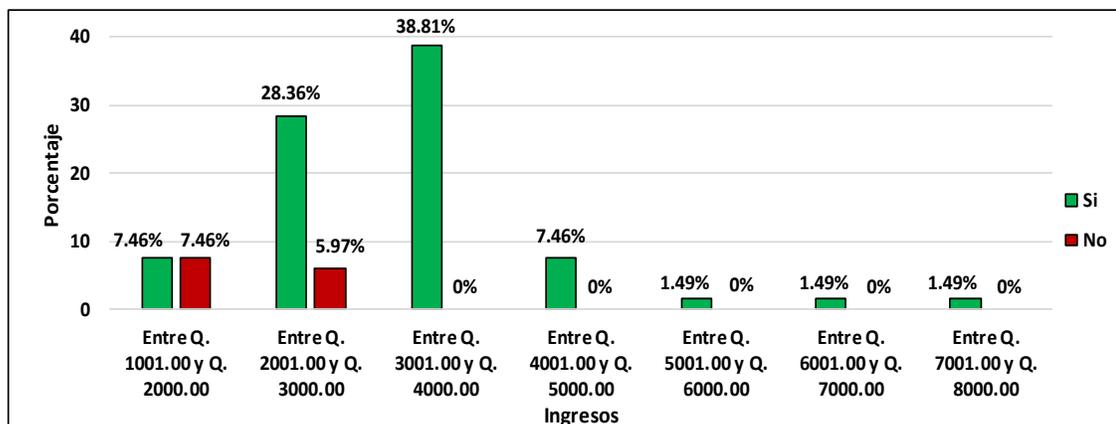
9.4.8. Análisis de contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- e ingresos

El cuadro 18, muestra existen diferencias altamente significativas entre la contingencia de las variables disposición a pagar –DAP- y los ingresos mensuales de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso el nivel de ingreso mensual influye de forma directa en la disposición a pagar.

Cuadro 18. Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- e ingresos de usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

Ingresos	Disposición a pagar %	
	Si	No
Menos de Q. 1000.00	0	0
Entre Q. 1001.00 y Q. 2000.00	7.46	7.46
Entre Q. 2001.00 y Q. 3000.00	28.36	5.97
Entre Q. 3001.00 y Q. 4000.00	38.81	0
Entre Q. 4001.00 y Q. 5000.00	7.46	0
Entre Q. 5001.00 y Q. 6000.00	1.49	0
Entre Q. 6001.00 y Q. 7000.00	1.49	0
Entre Q. 7001.00 y Q. 8000.00	1.49	0
Arriba de Q. 8000.00	0	0
Chi-cuadrado	Pr x2 <0.0090	

La grafica 15, muestra que existe mayor disposición a pagar en los hogares que tienen ingresos mensuales entre Q 3,001.00 a Q 4,000.00, seguido de los hogares con ingreso mensuales entre Q 2,001.00 a Q 3,000.00, esto se debe a que la mayor parte de los hogares en la aldea Shusho percibe ingreso entre Q 2,001.00 a Q 4,000.00 mensuales. El salario mínimo para Guatemala publicado en el Diario Oficial de Centroamérica el 30 de diciembre de 2016 se establece un monto de Q 2,893.21 mensuales.



Gráfica 15. Contingencia entre disposición a pagar -DAP- y los ingresos.

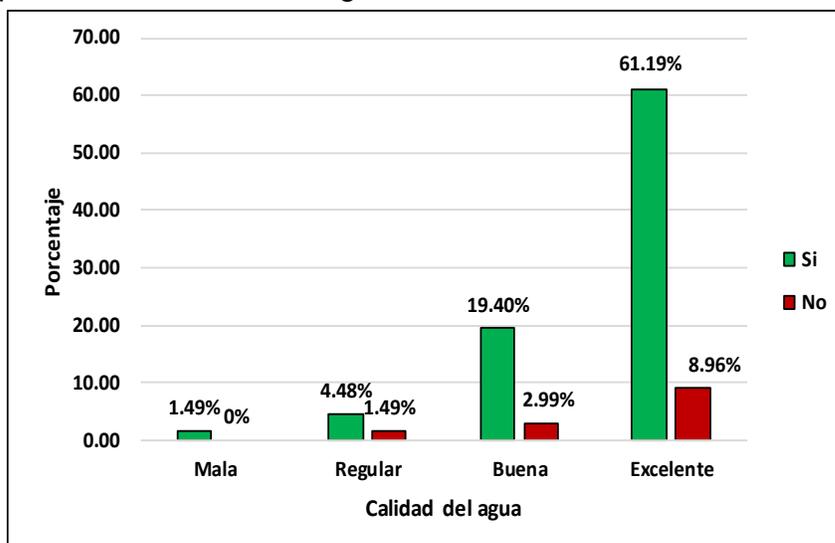
9.4.9. Análisis de contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y la calidad del agua que reciben

El cuadro 19, muestra que no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables disposición a pagar –DAP- y la calidad del agua que reciben los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso la percepción de la calidad del agua no influye de forma directa en la disposición a pagar un monto adicional.

Cuadro 19. Contingencia para las variables disposición a pagar -DAP- y percepción de la calidad de agua, que reciben los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

Calidad	Disposición a pagar %	
	Si	No
Mala	1.49	0
Regular	4.48	1.49
Buena	19.40	2.99
Excelente	61.19	8.96
Chi-cuadrado	Pr x2 <0.8887	

La grafica 16, muestra que, a pesar de no existir diferencias significativas entre estas variables, se observa mayor disposición a pagar una cuota adicional en los usuarios que tienen la percepción de la calidad del agua “excelente”.



Gráfica 16. Contingencia entre la disposición a pagar -DAP- y la percepción de la calidad del agua

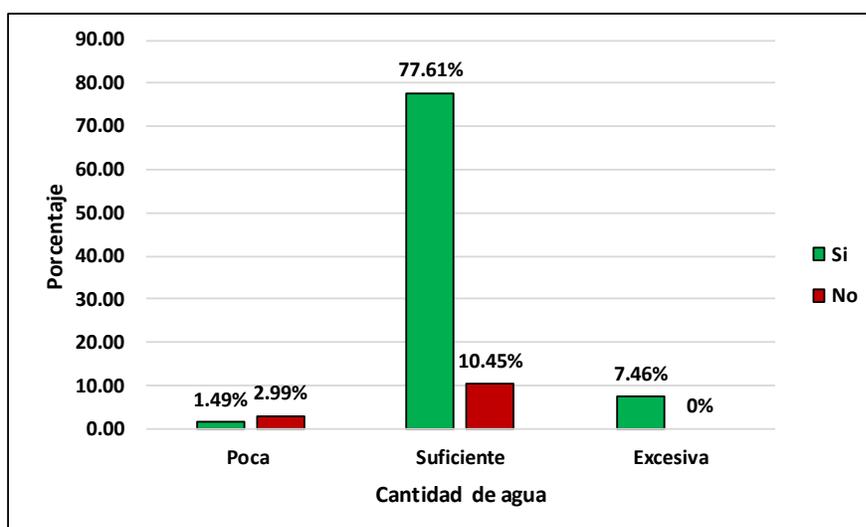
9.4.10 Análisis de contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y la cantidad del agua que reciben

El cuadro 20, muestra existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables disposición a pagar –DAP- y la cantidad de agua que perciben los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso la cantidad que percibe influye de forma directa en la disposición a pagar.

Cuadro 20. Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y percepción de la cantidad de agua que reciben los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

Cantidad	Disposición a pagar	
	Si	No
Poca	1.49	2.99
Suficiente	77.61	10.45
Excesiva	7.46	0
Chi-cuadrado	Pr x2 <0.0165	

La grafica 17, muestra que existe mayor disposición a pagar en los usuarios manifestaron que el agua que reciben en sus hogares es suficiente para las labores domésticas y de consumo con un 77.61%. Debido a que en la aldea Shusho Arriba en el momento de realizar el estudio no se manifiestan y evidencia problemas de escasez de agua, porque la mayor parte de la población tiene agua las 24 horas del día.



Gráfica 17. Contingencia entre la disposición a pagar –DAP- y la cantidad del agua que reciben.

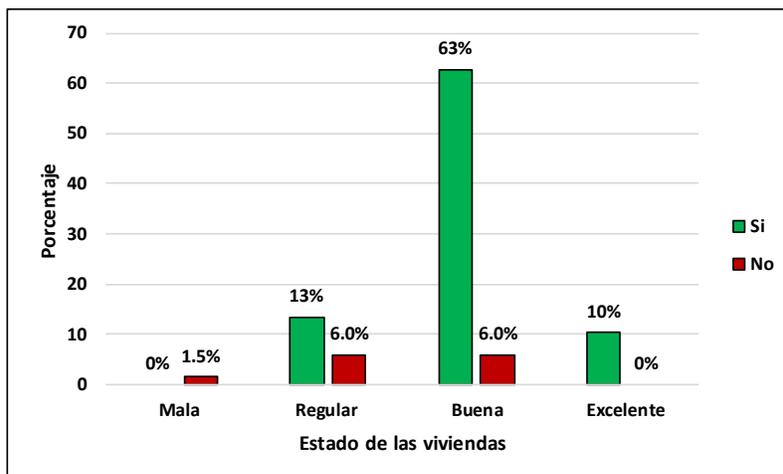
9.4.11. Análisis de contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y estado de las viviendas

El cuadro 21, muestra existen diferencias altamente significativas entre la contingencia de las variables disposición a pagar –DAP- y el estado de las viviendas de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso las condiciones generales de la vivienda influyen de forma en la disposición a pagar por esto se puede relacionar con el nivel de ingresos del hogar.

Cuadro 21. Contingencia entre las variables disposición a pagar -DAP- y el estado de las viviendas de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

Estado de conservación	Disposición a pagar	
	Si	No
Mala	0	1.5
Regular	13	6.0
Buena	63	6.0
Excelente	10	0
Chi-cuadrado	Pr x2 <0.0082	

La grafica 18, muestra que existe mayor disposición a pagar en los usuarios que poseen vivienda en buen estado con 63%, esto se debe a las personas en un buen estado de la vivienda pueden disponer de recursos para el pago de un monto adicional por el servicio de agua domiciliar, y los usuarios con menores ingreso y una vivienda deteriorada no tienen esta disponibilidad de recursos.



Gráfica 18. Contingencia entre disposición a pagar –DAP- y estado de las viviendas

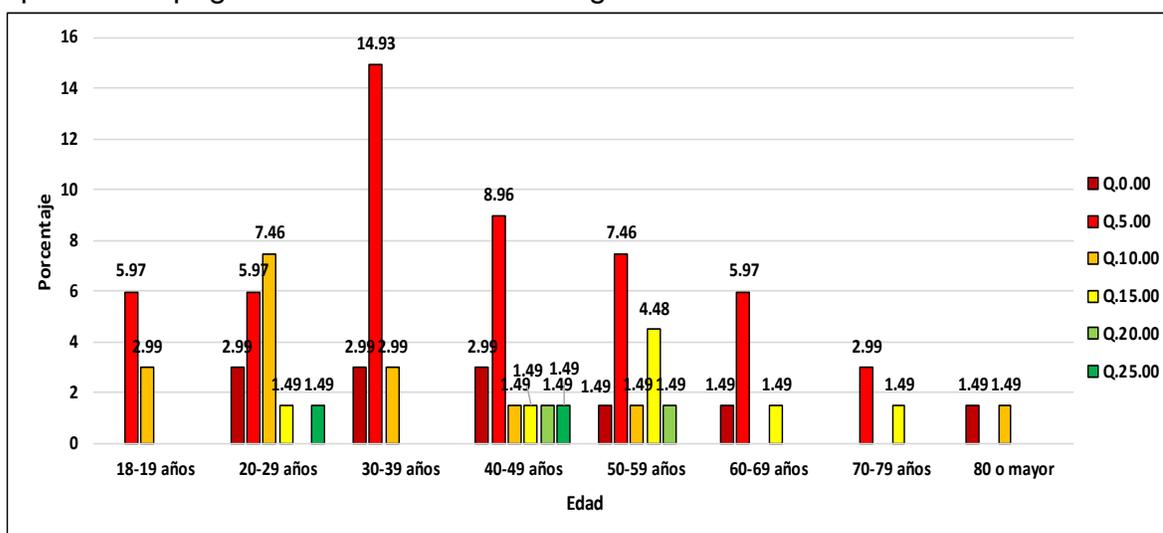
9.4.12. Análisis de contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y edad

El cuadro 22, muestra que no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables monto con disposición a pagar y la edad los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso la edad no influye de forma directa en el monto con disposición a pagar.

Cuadro 22. Contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y edad de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

No.	Edad de los usuarios	Porcentaje de los usuarios con disposición a pagar					
		Monto adicional a pagar por el servicio (quetzales)					
		Q.0.00	Q.5.00	Q.10.00	Q.15.00	Q.20.00	Q.25.00
1	18-19 años	0	5.97	2.99	0	0	0
2	20-29 años	2.99	5.97	7.46	1.49	0	1.49
3	30-39 años	2.99	14.93	2.99	0	0	0
4	40-49 años	2.99	8.96	1.49	1.49	1.49	1.49
5	50-59 años	1.49	7.46	1.49	4.48	1.49	0
6	60-69 años	1.49	5.97	0	1.49	0	0
7	70-79 años	0	2.99	0	1.49	0	0
8	80 o mayor	1.49	0.00	1.49	0	0	0
Chi- cuadrado		Pr x2 <0.5361					

La grafica 19, muestra que, a pesar de no existir diferencia significativa entre estas variables, se observa que los usuarios en edad de 30 a 39 años están en mayor disposición a pagar un monto adicional de Q 5.00/mes, así mismo ese monto es la mayor disposición a pagar tiene en el resto de rangos de edad evaluados.



Gráfica 19. Contingencia entre el monto con disposición a pagar y edad.

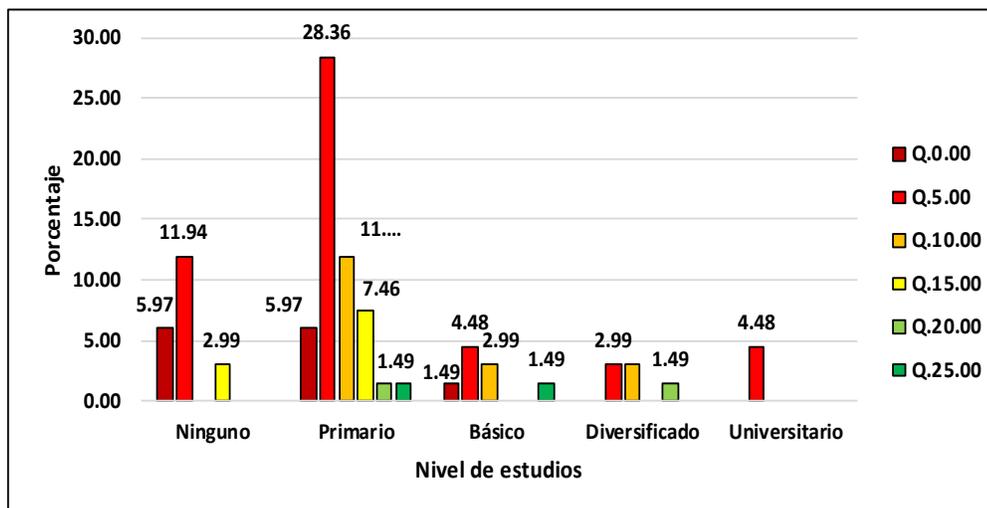
9.4.13. Análisis de contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y nivel de estudios

El cuadro 23, muestra que no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables monto con disposición a pagar –DAP- y el nivel de estudios de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso el nivel de estudios no influye de forma directa en el monto con disposición a pagar.

Cuadro 23. Contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y nivel de estudios de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba

No.	Escolaridad	Porcentaje de los usuarios con disposición a pagar					
		Monto adicional a pagar por el servicio (quetzales)					
		Q.0.00	Q.5.00	Q.10.00	Q.15.00	Q.20.00	Q.25.00
1	Ninguno	5.97	11.94	0	2.99	0	0
2	Primario	5.97	28.36	11.94	7.46	1.49	1.49
3	Básico	1.49	4.48	2.99	0	0	1.49
4	Diversificado	0	2.99	2.99	0	1.49	0
5	Universitario	0	4.48	0	0	0	0
6	Postgrado	0	0	0	0	0	0
7	Chi-cuadrado	$Pr x^2 < 0.3910$					

La grafica 20, muestra que, a pesar de no existir diferencia significativa entre estas variables, se observa que los usuarios con estudios de nivel primario tienen mayor disposición a pagar un monto adicional de Q 5.00/mes, así mismo este monto es, el de mayor disposición a pagar en los diferentes niveles de estudio que posee la población de la aldea Shusho Arriba.



Gráfica 20. Contingencia entre el monto con disposición a pagar y nivel de estudios

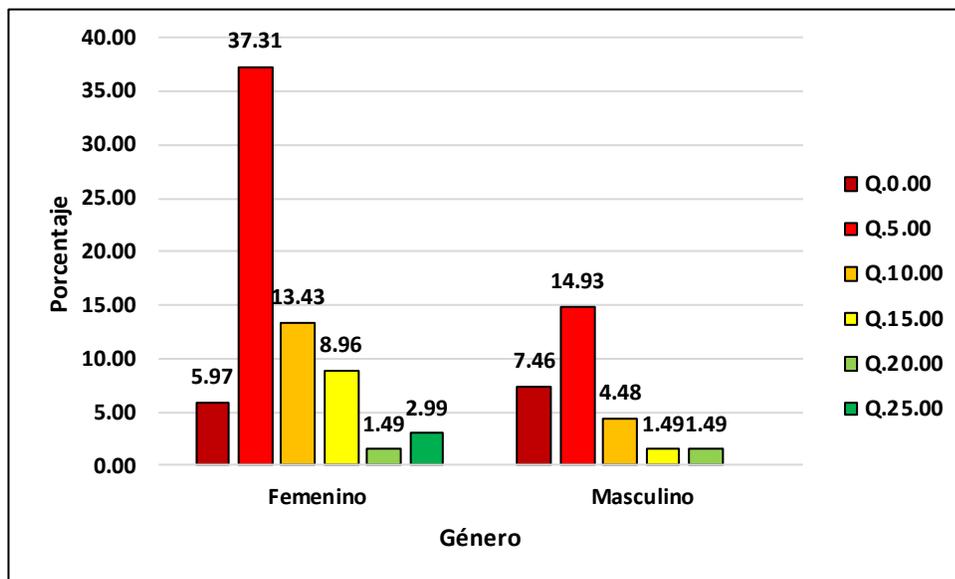
9.4.14. Análisis de contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y género

El cuadro 24, muestra que no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables monto con disposición a pagar –DAP- y el género de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso el género no influye de forma directa en el monto que los usuarios esta dispuestos a pagar.

Cuadro 24. Contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y género de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

No.	Género	Porcentaje de los usuarios con disposición a pagar					
		Monto adicional a pagar por el servicio (quetzales)					
		Q.0.00	Q.5.00	Q.10.00	Q.15.00	Q.20.00	Q.25.00
1	Femenino	5.97	37.31	13.43	8.96	1.49	2.99
2	Masculino	7.46	14.93	4.48	1.49	1.49	0
Chi-cuadrado		Pr x2 <0.748					

La grafica 21, muestra que, a pesar de no existir diferencia significativa entre estas variables, se observa que los usuarios de género femenino tienen mayor disposición a pagar un monto adicional de Q 5.00/mes, así mismo este monto es, el de mayor disposición a pagar tiene también en los hombres.



Gráfica 21. Contingencia entre el monto con disposición a pagar y género

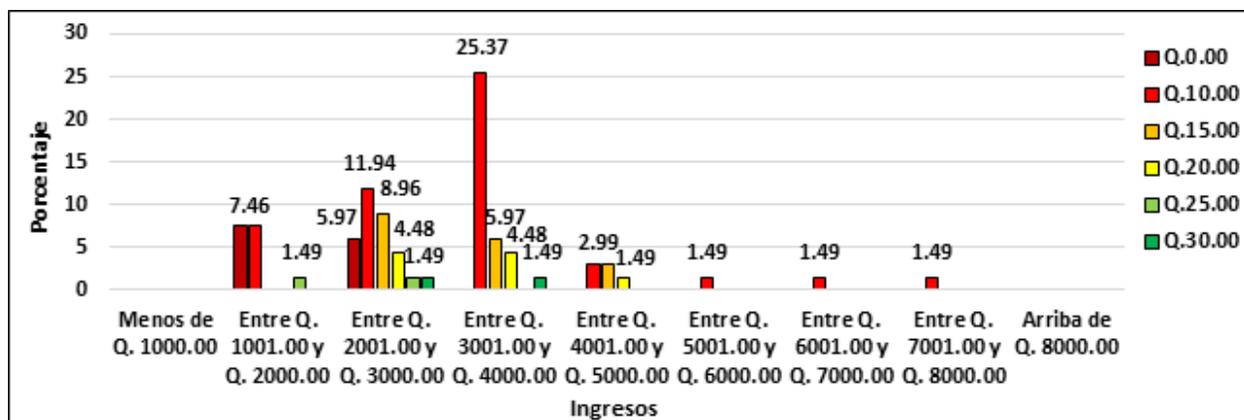
9.4.15. Análisis de contingencia entre las variables monto con disposición a pagar e ingresos

El cuadro 25, muestra que no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables monto con disposición a pagar –DAP- y los ingresos mensuales de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso el nivel de ingresos mensuales no influye de forma directa en el monto que los usuarios esta dispuestos a pagar.

Cuadro 25. Contingencia para las variables monto con disposición a pagar e ingresos por familia de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

No.	Ingresos	Porcentaje de los usuarios con disposición a pagar					
		Monto adicional a pagar por el servicio (quetzales)					
		Q.0.00	Q.5.00	Q.10.00	Q.15.00	Q.20.00	Q.25.00
1	Menos de Q. 1000.00	0	0	0	0	0	0
2	Entre Q. 1001.00 y Q. 2000.00	7.46	7.46	0	0	1.49	0
3	Entre Q. 2001.00 y Q. 3000.00	5.97	11.94	8.96	4.48	1.49	1.49
4	Entre Q. 3001.00 y Q. 4000.00	0	25.37	5.97	4.48	0	1.49
5	Entre Q. 4001.00 y Q. 5000.00	0	2.99	2.99	1.49	0	0
6	Entre Q. 5001.00 y Q. 6000.00	0	1.49	0	0	0	0
7	Entre Q. 6001.00 y Q. 7000.00	0	1.49	0	0	0	0
8	Entre Q. 7001.00 y Q. 8000.00	0	1.49	0	0	0	0
9	Arriba de Q. 8000.00	0	0	0	0	0	0
Chi-cuadrado		Pr x2 <0.9931					

La grafica 22, muestra que, a pesar de no existir diferencia significativa entre estas variables, se observa que los usuarios con ingresos mensuales entre los Q 2,001.00 a Q 4,000.00 están dispuestos a pagar un monto adicional de Q 5.00/mes, es se debe a que la mayor parte de la población en la comunidad tienen estos niveles de ingreso.



Gráfica 22. Contingencia ente el monto con disposición a pagar e ingresos

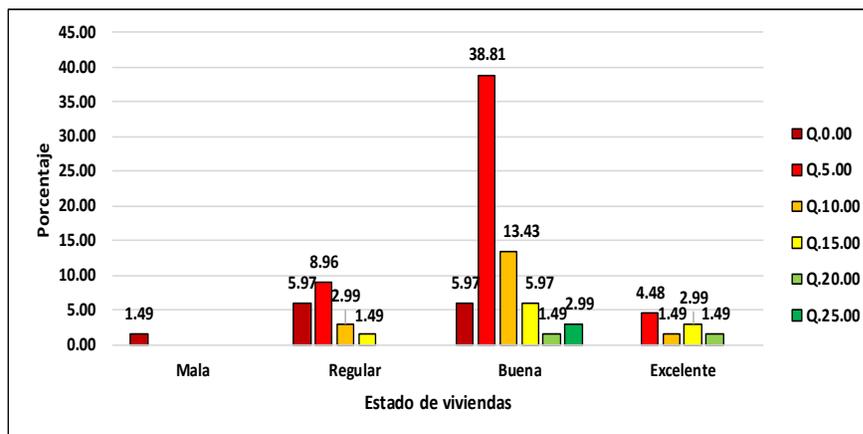
9.4.16. Análisis de contingencia entre las variables monto con disposición a pagar y estado de las viviendas

El cuadro 26, muestra que no existen diferencias significativas entre la contingencia de las variables monto con disposición a pagar –DAP- y el estado de las viviendas de los usuarios del servicio de provisión de agua en la aldea Shusho Arriba. Por lo tanto, en este caso el estado de las viviendas no influye de forma directa en el monto que los usuarios esta dispuestos a pagar.

Cuadro 26. Contingencia para las variables monto con disposición a pagar y estado de las viviendas de los usuarios de los sistemas de distribución domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba.

No.	Estado de conservación	Porcentaje de los usuarios con disposición a pagar					
		Monto adicional a pagar por el servicio (quetzales)					
		Q.0.00	Q.5.00	Q.10.00	Q.15.00	Q.20.00	Q.25.00
1	Mala	1.49	0	0	0	0	0
2	Regular	5.97	8.96	2.99	1.49	0	0
3	Buena	5.97	38.81	13.43	5.97	1.49	2.99
4	Excelente	0	4.48	1.49	2.99	1.49	0
Chi-cuadrado		Pr x2 <0.6474					

La grafica 22, muestra que, a pesar de no existir diferencia significativa entre estas variables, se observa que los usuarios con vivienda en buen estado están dispuesto a pagar un monto adicional de Q 5.00 mensuales por el servicio de provisión de agua. Este monto también es el que tiene mayor disposición a pagar en los usuarios con viviendas en estado regular y excelente.



Grafica 23. Contingencia entre el monto con disposición a pagar y estado de las viviendas

9.4.17. Estimación del valor económico total del agua en la aldea Shusho Arriba y la microcuenca del río Shusho.

Se estimó el valor económico total anual que los usuarios del servicio de agua de la aldea Shusho le confieren al agua proveniente de la microcuenca del río Shusho, el cual es de Q 12,600.00 anuales, esta cantidad es el beneficio económico que reciben los usuarios del servicio comunitario de agua en los dos sistemas que poseen.

Así mismo con los datos de la disposición a pagar –DAP- que los usuarios de la aldea Shusho Arriba, se realizó una proyección del valor económico total anual que los usuarios de los diferentes servicios de agua en las 26 comunidades (7090 viviendas) dentro de la microcuenca del río Shusho le conceden al servicio de provisión de agua el cual es de Q 425,400.00.

Considerando que la comunidad de Shusho Arriba no tiene problemas de escases de agua es bastante alentador debido a que los pagos por servicios ambientales pueden ser más sostenibles y existe un interés genuino de la población en implementar acciones para la protección, recuperación y conservación de los recursos naturales en la microcuenca del río Shusho.

Los montos con disposición a pagar, estarían destinados a proyectos o programas para asegurar el suministro de agua que proviene de la microcuenca río Shusho, la protección y conservación de los recursos naturales especialmente el recurso bosque.

Cuadro 27. Estimación del valor económico total del servicio ambiental de provisión en la microcuenca del río Shusho.

Sistemas de distribución de agua domiciliar	Vivienda/Sistema en la aldea Shusho Arriba	Costo servicio de agua/mensual en Q.	Disposición a pagar -DAP-/mes en Q.	Costo servicio de agua/año en Q.	Disposición a pagar (DAP) anualmente en Q.	Valor económico total anual	Viviendas en la microcuenca río Shusho	Valoración económica total de provisión de agua en la microcuenca río Shusho
Parte baja de la comunidad	144	4.00	5	6912.00	8640.00	15,552.00	7,090	425,400.00
Parte alta de la comunidad	66	0.00		0.00	3960.00	3,960.00		
Total					12600.00	19,512.00		

9.4.18 Análisis costo-eficiencia para las alternativas que permiten garantizar el servicio ambiental de provisión de agua en la microcuenca del río Shusho.

De acuerdo a los resultados, las alternativas de conservación con mayor aceptación para mejorar el servicio ambiental de provisión de agua en la microcuenca río Shusho, fueron la reforestación (47.8%) y protección de los bosques (23.9%).

Según García (2009), la zona evaluada presenta clases texturales de suelo franco-arenoso y arena-franca, lo cual condiciona que la velocidad de infiltración sea mayor a 25 cm/hr, es decir, que la infiltración es alta. En base a la investigación de zonas potenciales de recarga hídrica realizada por García y haciendo uso del programa ArcGIS 10.3.1, se priorizaron las zonas de “alto” y “muy alto” potencial de recarga hídrica (anexo 6). Luego se tomó el shape de uso de suelo actual de la microcuenca, del cual, se seleccionaron las áreas que cuentan con bosques de coníferas, latifoliados, granos básicos, café y pastos cultivables y se colocó sobre el shape de zonas de recarga hídrica priorizadas; posteriormente con la herramienta *diferencia simétrica*, se eliminaron las áreas de zonas potenciales de recarga hídrica que estaban con cobertura boscosa y cultivos agrícolas, dejando como resultado las zonas de recarga hídrica sin ningún tipo de las coberturas mencionadas, siendo esa el área total a reforestar de 640 ha (anexo 8) el cual representa 5.42% del territorio de la microcuenca río Shusho.

Debido al aumento de la frontera agrícola, las zonas potenciales de recarga hídrica han sido deforestadas y en su lugar han establecido cultivos de granos básicos, café y pastos cultivables, explotando el servicio prestado por la microcuenca. Por ello, utilizando el mismo método por medio del programa ArcGIS 10.3.1 se seleccionaron las zonas de “alto” y muy “alto” potencial de recarga hídrica tomando en cuenta el shape de uso de suelo actual de la microcuenca, se identificaron las áreas con cultivos agrícolas dentro de las zonas priorizadas de recarga hídrica y de esta forma plantear la reforestación por medio de sistemas agroforestales que dio como resultado 108 ha, (anexo 9). Estas dos alternativas de reforestación se compararon con el objetivo de seleccionar la más eficiente en cuanto al costo.

a. **Costo de reforestación de 640 has en las zonas de recarga hídrica en la microcuenca del río Shusho.**

En el cuadro 28, se muestra en resumen el costo de reforestación de 1 ha, basado en datos del Instituto Nacional de Bosques (INAB 2018), donde se estimó un costo de Q.6, 277.00/ha.

Cuadro 28. Costo de reforestación de 1 ha en la microcuenca río Shusho.

No.	Costos de reforestación de 1 ha en la microcuenca Shusho	
<i>Costo de establecimiento</i>		
1	Participación de las comunidades en el proyecto	Q 300.00
2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q 4,307.00
3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 900.00
4	Asistencia técnica	Q 720.00
TOTAL		Q 6,227.00

El cuadro 29, muestra los costos para la reforestación de 640 has en las zonas de recarga hídrica de la microcuenca del río Shusho, considerando el establecimiento y manejo de especies forestales como: pino ocote (*Pinus oocarpa*) y encino (*Quercus sp.*) para la parte alta; mientras que en la parte baja se consideraron las especies de: caoba de oriente (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrus sp.*).

El costo total de establecimiento y manejo es de Q.8, 938,880.00 considerando que la proyecto tiene una duración de 6 años, dado que a esta edad los árboles ya no requieren mantenimiento intensivo. En los costos no se consideró los gastos de administración requeridos al momento de implementar el mecanismo de pago por servicio ambientales.

Cuadro 29. Costos para la reforestación y manejo de 640 has de las zonas de recarga hídrica de la microcuenca río Shusho.

No.	Presupuesto de establecimiento de plantaciones forestales en 640 ha de la microcuenca Shusho	
<i>Costo de establecimiento</i>		
1	Participación de las comunidades en el proyecto	Q 192,000.00
2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q 2,756,480.00
3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 576,000.00
4	Asistencia técnica	Q 460,800.00
Sub-total		Q 3,985,280.00
<i>Costo de mantenimiento primer año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 748,800.00
2	Asistencia técnica	Q 76,800.00
Sub-total		Q 825,600.00
<i>Costo de mantenimiento segundo año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 748,800.00
2	Asistencia técnica	Q 76,800.00
Sub-total		Q 825,600.00
<i>Costo de mantenimiento tercer año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 748,800.00
2	Asistencia técnica	Q 76,800.00
Sub-total		Q 825,600.00
<i>Costo de mantenimiento cuarto año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 748,800.00
2	Asistencia técnica	Q 76,800.00
Sub-total		Q 825,600.00
<i>Costo de mantenimiento quinto año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 748,800.00
2	Asistencia técnica	Q 76,800.00
Sub-total		Q 825,600.00
<i>Costo de mantenimiento sexto año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 748,800.00
2	Asistencia técnica	Q 76,800.00
Sub-total		Q 825,600.00
TOTAL		Q 8,938,880.00

b. Costo de establecimiento de sistemas agroforestales de 108 has de la microcuenca del río Shusho.

En el cuadro 30, se muestra en resumen el costo de establecimiento de 1 ha, en sistemas agroforestales basado en datos del Instituto Nacional de Bosques –INAB-, donde se estimó un costo de Q. 2,820.00/ha.

Cuadro 30. Costos de establecimiento de sistema agroforestal en 1 ha en la microcuenca río Shusho.

Costos de establecimiento de Sistemas Agroforestales de 1 ha en la microcuenca Shusho		
<i>Costo de establecimiento</i>		
1	Participación de las comunidades en el proyecto	Q 220.00
2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q 1,400.00
3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 900.00
4	Asistencia técnica	Q 300.00
TOTAL		Q 2,820.00

El cuadro 31, muestra los costos de establecimiento de sistemas agroforestales de 108 ha, en áreas de producción de granos básicos en la microcuenca del río Shusho, con las siguientes especies: gravilea (*Gravillea robusta*) y alisol (*Alnus jorullensis*) para la parte alta; mientras que para la parte baja las especies madre cacao (*Glaricidia sepium*) y matiliguatate (*tabebuia rosea*).

El costo total de establecimiento y manejo de SAF es de Q. 933,120.00 considerando que la proyecto tiene una duración de 6 años, dado que a esta edad los árboles ya no requieren mantenimiento intensivo. En los costos no se consideró los gastos de administración requeridos al momento de implementar el mecanismo de pago por servicio ambientales.

Cuadro 31. Costos de establecimiento y manejo de 108 has de sistemas agroforestales en la microcuenca río Shusho.

No.	Presupuesto de establecimiento de Sistemas Agroforestales en 108 ha de la microcuenca Shusho		
<i>Costo de establecimiento</i>			
1	Participación de las comunidades en el proyecto	Q	23,760.00
2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q	151,200.00
3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q	97,200.00
4	Asistencia técnica	Q	32,400.00
Sub-total		Q	304,560.00
<i>Costo de mantenimiento primer año</i>			
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q	104,760.00
Sub-total		Q	104,760.00
<i>Costo de mantenimiento segundo año</i>			
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q	104,760.00
Sub-total		Q	104,760.00
<i>Costo de mantenimiento tercer año</i>			
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q	104,760.00
Sub-total		Q	104,760.00
<i>Costo de mantenimiento cuarto año</i>			
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q	104,760.00
Sub-total		Q	104,760.00
<i>Costo de mantenimiento quinto año</i>			
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q	104,760.00
Sub-total		Q	104,760.00
<i>Costo de mantenimiento sexto año</i>			
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q	104,760.00
Sub-total		Q	104,760.00
TOTAL		Q	933,120.00

c. Costo de establecimiento de sistemas agroforestales de 640 has de la microcuenca del río Shusho.

El cuadro 32, muestra los costos de establecimiento de sistemas agroforestales de 640 has, en las zonas de recarga hídrica de la microcuenca del río Shusho, con las siguientes especies: gravilea (*Gravillea robusta*) y alisol (*Alnus jorullensis*) para la parte alta; mientras que para la parte baja las especies madre cacao (*Glaricidia sepium*) y matilisguate (*tabebuia rosea*).

El costo total de establecimiento y manejo de SAF es de Q. 5,529,600.00 considerando que la proyecto tiene una duración de 6 años, dado que a esta edad los árboles ya no requieren mantenimiento intensivo.

Cuadro 32. Costos de establecimiento de 640 has de sistemas agroforestales en las zonas de recarga hídrica de la microcuenca río Shusho.

No.	Presupuesto de establecimiento de Sistemas Agroforestales en 640 ha de la microcuenca Shusho	
<i>Costo de establecimiento</i>		
1	Participación de las comunidades en el proyecto	Q 140,800.00
2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q 896,000.00
3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 576,000.00
4	Asistencia técnica	Q 192,000.00
Sub-total		Q 1,804,800.00
<i>Costo de mantenimiento primer año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 620,800.00
Sub-total		Q 620,800.00
<i>Costo de mantenimiento segundo año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 620,800.00
Sub-total		Q 620,800.00
<i>Costo de mantenimiento tercer año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 620,800.00
Sub-total		Q 620,800.00
<i>Costo de mantenimiento cuarto año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 620,800.00
Sub-total		Q 620,800.00
<i>Costo de mantenimiento quinto año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 620,800.00
Sub-total		Q 620,800.00
<i>Costo de mantenimiento sexto año</i>		
1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 620,800.00
Sub-total		Q 620,800.00
TOTAL		Q 5,529,600.00

Al comparar los costos de establecimiento y manejo de los sistemas agroforestales en 108 has (Q. 933,120.00), costos de establecimiento de 640 has con sistemas agroforestales (Q. 5,529,600.00) y los costos de la reforestación de 640 has (Q. 8,938,880.00), se concluye que el establecimiento de sistema agroforestales tiene menor costo tanto el establecimiento de 108 has y 640 has, con comparación con los costos de reforestación.

Para implementar un programa de compensación ambiental en la microcuenca es importante considerar que los sistemas agroforestales pueden ser una estrategia para aumentar la cobertura forestal y garantizar el servicio ambiental de provisión de agua para las comunidades.

10. CONCLUSIONES

1. El caudal de las fuentes de agua que abastecen los dos sistemas domiciliarios de agua en la aldea Shusho Arriba es de 3.18 lts/seg, en la época de estiaje.
2. El Índice de Calidad de Agua indica que los ocho puntos muestreo establecidos en los sistemas de abastecimiento de agua domiciliar de la Aldea Shusho Arriba, tienen calidad de agua calificada como “Buena” (70 a 90 del –ICA-).
3. De acuerdo al Índice de Calidad de Agua y los criterios generales uso para agua potable, la calidad del agua en los sistemas de distribución se clasifica como “Levemente contaminada” en siete puntos de muestreo y de calidad “Aceptable” en un punto de muestreo.
4. Los usuarios del servicio domiciliar de agua de la aldea Shusho Arriba, están dispuestos a pagar un monto adicional de Q 5.00 mensuales a la cuota que actualmente pagan, para impulsar acciones de protección y conservación de los recursos naturales en la microcuenca del río Shusho.
5. Los resultados muestran que las variables edad, nivel de escolaridad, género y calidad de agua” no tienen relación con la disposición a pagar de los usuarios, por lo tanto, dichas variables no influyen en la disposición a pagar de una cuota adicional.
6. El análisis estadístico muestra que las variables: ingresos, cantidad de agua, focos de contaminación y estado de conservación de las viviendas, tienen relación con la disposición a pagar, por lo tanto, estas variables influyen en disposición a pagar una cuota adicional por parte de los usuarios.
7. Las variables: edad, nivel de escolaridad, género, ingresos y estado de conservación de las viviendas, no tiene relación con el monto con disposición a pagar, por lo que dichas variables no influyen en el monto con disposición a pagar.

8. El 87% de los usuarios del servicio domiciliario de agua de la aldea Shusho Arriba, están dispuestos a proporcionar un pago por servicio ambiental, pagar asegurar la provisión de agua que reciben.
9. El 13% de los usuarios del servicio domiciliario de agua de la aldea Shusho Arriba, no están dispuestos a pagar una cuota adicional por servicio de agua, debido a que la situación económica no se lo permite y por considerar que es una competencia del gobierno central y la municipalidad.
10. El valor económico total anual que los usuarios del servicio de agua de la aldea Shusho le confieren al agua proveniente de la microcuenca del río Shusho es de Q 12,600.00 anuales y el de las 26 comunidades dentro de la microcuenca es de Q 425,400.00.
11. La mayor parte de los usuarios del servicio de agua de la aldea Shusho Arriba, consideran que la mejor alternativa para garantizar la sostenibilidad del servicio de provisión de agua en la comunidad es la reforestación de las zonas de recarga hídrica en la microcuenca.

11. RECOMENDACIONES

1. Las autoridades gubernamentales locales deben sensibilizar y concientizar a la población de la parte baja de la microcuenca río Shusho, sobre la importancia de los servicios ambientales que brinda la microcuenca, para implementar programas de compensación ambiental.
2. Los centros de estudio y de investigación deben continuar con el desarrollo de estudios de valoración económica en otras comunidades de la microcuenca río Shusho, para establecer acciones que contribuyan a la protección y conservación de los recursos naturales especialmente el recurso hídrico.
3. Las autoridades municipales, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales deben concientizar a la población urbana del municipio de Chiquimula para generar condiciones que permitan implementar programas de pago por servicios ambientales.
4. El Centro Universitario de Oriente y la Carrera de Gestión Ambiental Local deben socializar los resultados de la investigación con los actores involucrados en la protección y conservación de los recursos naturales en la microcuenca río Shusho, del municipio de Chiquimula.
5. La Municipalidad de Chiquimula le corresponde promover el programa de incentivos forestales PINPEP Y PROBOSQUE para las acciones de reforestación y establecimiento de sistemas agroforestales, como estrategia para para el financiamiento de acciones y proyectos en la microcuenca río Shusho.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA (American Public Health Association); AWWA (American Water Works Association); WEF (Water Environment Federation). 1999. Standard methods for the examination of water and wastewater (en línea). Clesceri, LS; Greenberg, AE; Eaton, AD; Franson, MAH (eds.) 20 ed. Washington, Estados Unidos de América, APHA. p. 52-54. Consultado 5 feb. 2018. Disponible en https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf
- Argueta Cermeño, LA. 2005. Propuesta de valoración económica del servicio ambiental de captación hídrica del bosque, microcuenca del río El Riachuelo, montaña Las Granadillas, Zacapa (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC. 100 p. Consultado 30 jun. 2017. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2218.pdf
- CEA-UVG (Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala). 2006. Informe técnico de sitio bosque el Gigante aldea El Durazno, Chiquimula (en línea). *In* Proyecto institucionalidad local para el manejo de bosque y agua en comunidades indígenas, informe técnico: sitio finca Pacalaj, sitio bosque El Gigante. Guatemala. p. 75-135. Consultado 20 jun. 2018. Disponible en http://uvg.edu.gt/investigacion/ceab/cea/doc/informes%20de%20proyectos/informe_El_Gigante.pdf
- Cisneros Caicedo, J. 2005. Valoración económica de los beneficios de la protección del recurso hídrico y propuesta de un marco operativo para el pago por servicios ambientales en Copán Ruinas, Honduras (en línea). Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 129 p. Consultado 20 jun. 2017. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/a0656e/a0656e.pdf>

Colom de Morán, E; Morales-de la Cruz, M. 2011. Política nacional del agua de Guatemala y su estrategia (en línea). Guatemala, Gabinete Especifico del Agua. 48 p. Consultado 08 feb. 2018. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Pol%C3%ADtica%20Nacional%20del%20Agua%20de%20Guatemala.pdf

Consejo municipal de desarrollo del municipio de Chiquimula; SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia). 2010. Plan de desarrollo Chiquimula, Chiquimula (en línea). Guatemala, SEGEPLAN. 125 p. Consultado 17 feb. 2018. Disponible en <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/68-chiquimula?download=324:pdm-chiquimula>

Durán, R. 2016. Importancia del manejo de los recursos hídricos (en línea, sitio web). Panamá, Panamá América. Consultado 25 ene. 2018. Disponible en <https://www.panamaamerica.com.pa/economia/importancia-del-manejo-de-los-recursos-hidricos-1032492>

FODECYT (Fondo para el Desarrollo Científico y Tecnológico). 2012. Proyecto: determinación y evaluación de la calidad del agua en zonas de recarga hídrica de municipio de Chiquimula (en línea). Guatemala. 144 p. Consultado 05 jul. 2017. Disponible en <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202012.60.pdf>

F-ODM (Fondo para el Logro de los Objetivos del Desarrollo del Milenio). 2011. Valoración económica de los servicios ambientales en tres microcuencas del corredor seco de Guatemala: resumen técnico (documento en pdf). Guatemala. 47 p.

Franek,A; Koncagul, E; Connor, R; Hunziker, D. 2015. Agua para un mundo sostenible: datos y cifras (en línea). Italia, WWAP. 12 p. Consultado 28 ene. 2018. Disponible en http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf

- García Álvarez, MG. 2009. Determinación de las zonas potenciales de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Tacó y Shusho, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 84 p. Consultado 05 feb. 2018. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2933/>
- García Álvarez, JR. 2010. Contaminación que provocan las aguas servidas sobre la red hidrológica superficial de la ciudad de Chiquimula (en línea). Tesis M.Sc. Guatemala, FAUSAC. 87 p. Consultado 05 jun. 2018. Disponible en <http://postgrado.fausac.gt/wp-content/uploads/2016/09/Jos%C3%A9-Ramiro-Garc%C3%ADa-%C3%81lvarez.pdf>
- Goyenola, G. 2007. Guía para la utilización de las valijas viajeras: velocidad de la corriente y caudal (en línea). Uruguay, Red MAPSA. 5 p. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Velocidad%20de%20la%20corriente%20y%20caudal.pdf
- Herrador, D; Dimas, L. 2001. Valoración económica del agua para el área metropolitana de San Salvador (en línea). San Salvador, Fundación Prisma. 65 p. Consultado 25 jul. 2013. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/valoracion_agua.pdf
- Howard, G; Bartram J. 2003. La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud (en línea, sitio web). Suiza, OMS 33 p. Consultado 05 feb. 2018. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/
- INAB (Instituto Nacional de Bosques). 2018. Programa de incentivos para poseedores de pequeñas extensiones de tierras de vocación forestal o agroforestal (en línea, sitio web). Guatemala. Consultado 18 jul. 2018. Disponible en <http://www.inab.gob.gt/>

Iglesias Rosado, C; Villarino Marín, AL; Martínez, JA; Cabrerizo, L; Gargallo, M; Lorenzo, H; Quiles, J; Planas, M; Polanco, I; Romero de Ávila, D; Russolillo, J; Farré, R; Moreno Villares, JM; Riobó, P; Salas-Salvadó, J. 2011. Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento FESNAD 2010 (en línea). Revista Nutrición Hospitalaria 26(1):27-36. Consultado 02 feb. 2018. Disponible en http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/articulos_especiales_3.pdf

Linares Castañeda, LM. 2015. Valoración económica del agua utilizada en la unidad de riego “La Fragua”, municipio de Zacapa, departamento de Zacapa, Guatemala, 2015 (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 113 p. Consultado 15 feb 2018. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3409/>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales); SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador). *s.f.* Índice de calidad del agua general “ICA” (en línea). San Salvador, El Salvador, MARN. 14 p. Consultado 15 mar. 2018. Disponible en <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

Martínez Tuna, M; Dimas, L. 2007. Valoración económica de los servicios hidrológicos: subcuenca del río Teculután, Guatemala (en línea). Guatemala, Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica. 30 p. Consultado 22 feb. 2018. Disponible en: <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/valoracion-economica-pdf.pdf>

Menéndez Salazar, AA. 2017. Valoración económica del agua de uso doméstico proveniente de la microcuenca del río el Obispo, en el casco urbano del municipio de Concepción las Minas, departamento de Chiquimula, 2016 (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 102 p. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/Valoracion_economica_del_agua_de_uso_domestico_proveniente_de_la_microcuenca_del_rio_el_Obispo_en_el_casco_urbano_de_Concepcion_las_Minas_Chiquimula_2016.pdf

ONU (Organización de la Naciones Unidas). 2014. Decenio internacional para la acción 'El agua fuente de vida' 2005-2015 (en línea, sitio web). Estados Unidos, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. Consultado 25 ene. 2018. Disponible en http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml

Osorio Menéndez, BE. 2015. Valoración económica del agua de uso doméstico en la Villa de Quezaltepeque, proveniente de la microcuenca del río la Conquista, municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula, 2014 (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 105 p. Consultado 19 feb. 2018. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/Valoracion_economica_del_agua_de_uso_domestico_en_la_villa_de_Quezaltepeque_proveniente_de_la_microcuenc_a_del_rio_La_Conquista_municipio_de_Quezaltepeque_departamento_de_Chiquim_ula_2014.pdf

Pérez López, VR. 2017. Plan de manejo de la microcuenca del río Shusho, ubicado en el municipio de Chiquimula, Guatemala (documento en pdf). Tesis Lic. Guatemala, USAC. 208 p.

PNUD (Programa de Naciones Unidad para el Desarrollo). 2015. Agua, oportunidades y desarrollo sostenible (en línea, sitio web). Guatemala. Consultado 25 ene. 2018. Disponible en <http://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/ourperspective/ourperspectivearticles/2015/09/21/agua-oportunidades-y-desarrollo-sostenible.html>

Rogers, P; Hall, AW. 2003. Gobernabilidad efectiva del agua (en línea). Suecia, GWP. 49 p. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en <https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/0/23420/GWP00504.pdf>

Romero-Pérez, JE. 2007. El agua como bien económico (en línea). Revista de Ciencias Jurídicas 113:115-150. Consultado 28 ene. 2018. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/juridicas/article/viewFile/13633/12945>

Salazar Chinchilla, WM. 2016. Determinación de la calidad del agua en la corriente superficial de la microcuenca del río Grande, ubicado en el municipio Concepción las Minas, departamento de Chiquimula, 2015. Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 153 p. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/Determinacion_de_la_calidad_del_agua_en_la_corriente_superficial_de_la_microcuenca_del_rio_grande_ubicada_en_el_municipio_de_Concepcion_las_Minas_departamento_de_chiquimula_2015.pdf

SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia); BID (Banco Interamericano de Desarrollo). s.f. Política nacional de gestión integrada de los recursos hídricos PNGIRH y de la estrategia nacional de gestión integrada de los recursos hídricos ENGIH (en línea). Guatemala. 31 p. Consultado 5 feb. 2018. Disponible en http://cebem.org/revistaredesma/vol11/pdf/legislacion/engirh_guatemala.pdf

SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador). s.f. Índice de calidad del agua general "ICA" (en línea). San Salvador, El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 6 p. Consultado 05 mar. 2018. Disponible en <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculolCA.pdf>

SRE (Secretaría de Relaciones Exteriores de México). 2008. Conferencia internacional sobre el agua y el medio ambiente: el desarrollo en la perspectiva del siglo XXI (en línea). México. p. 3-4. Consultado 03 feb. 2018. Disponible en https://www.cimacnoticias.com.mx/documentos/cambio_climatico/conf_inter_sobre_agua_y_medio_ambiente.pdf

Tran, M; Koncagul, E; Connor, R. 2016. El agua y el empleo: cifras y datos (en línea). Italia, WWAP. 12 p. Consultado 28 ene. 2018. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244041s.pdf>

Valcarcel Rojas, L; Alberro Macía, N; Frías Fonseca, D. 2009. El índice de calidad de agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos (en línea). Revista electrónica de la Agencia del Medio Ambiente 9(16):1-5 Consultado 05 feb. 2018. Disponible en <http://ama.redciencia.cu/articulos/16.01.pdf>

Valdez Cervantes, LM. 2017. Valoración económica del agua de uso doméstico en el casco urbano de San Juan Ermita, proveniente de la microcuenca del río Carcaj, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula 2017 (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 182 p. Consultado 25 feb. 2018. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/Valoracin_econmica_del_agua_de_uso_domstico_en_el_casco_urbano_de_San_Juan_Ermita_proveniente_de_la_microcuenca_del_ro_Carcaj_municipio_de_San_Juan_Ermita_departamento_de_Chiquimula_2017.pdf



11. ANEXOS

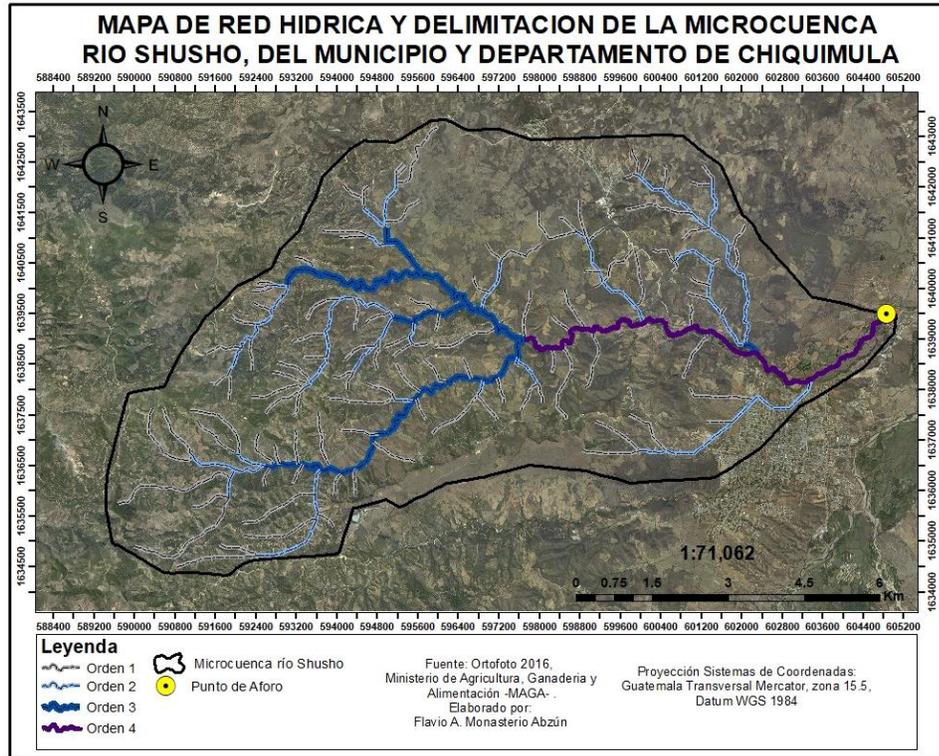
Anexo 1. Mapa de delimitación de la aldea Shusho Arriba, del municipio y departamento de Chiquimula.



Anexo 2. Mapa de ubicación de la aldea Shusho Arriba, en la microcuenca río Shusho, del municipio y departamento de Chiquimula.



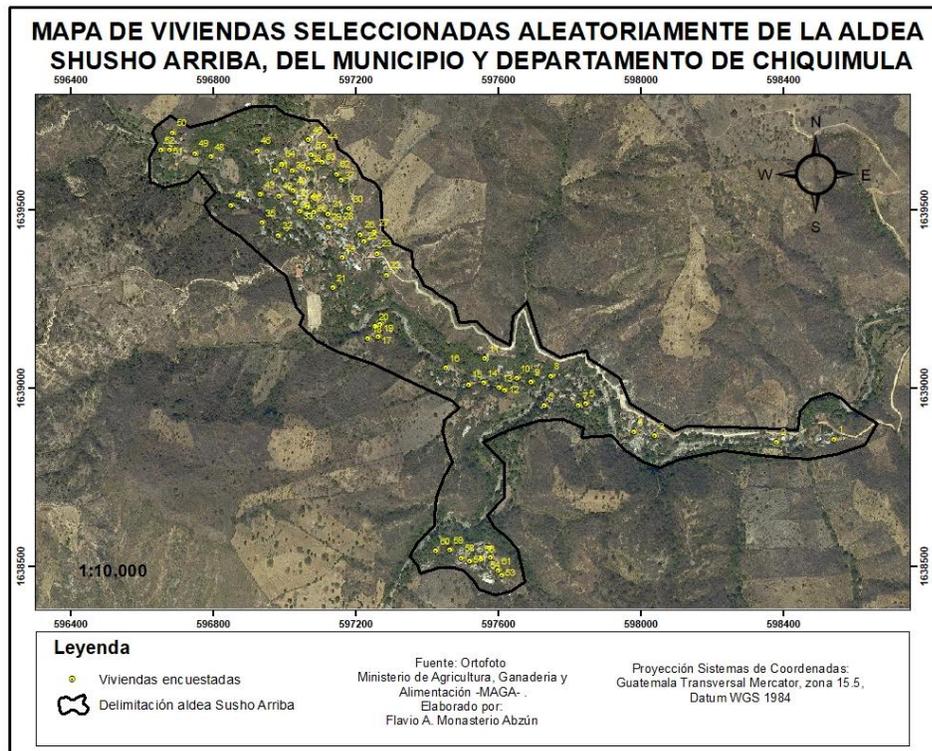
Anexo 3. Mapa de red hídrica y delimitación de la microcuenca río Shusho, del municipio y departamento de Chiquimula.



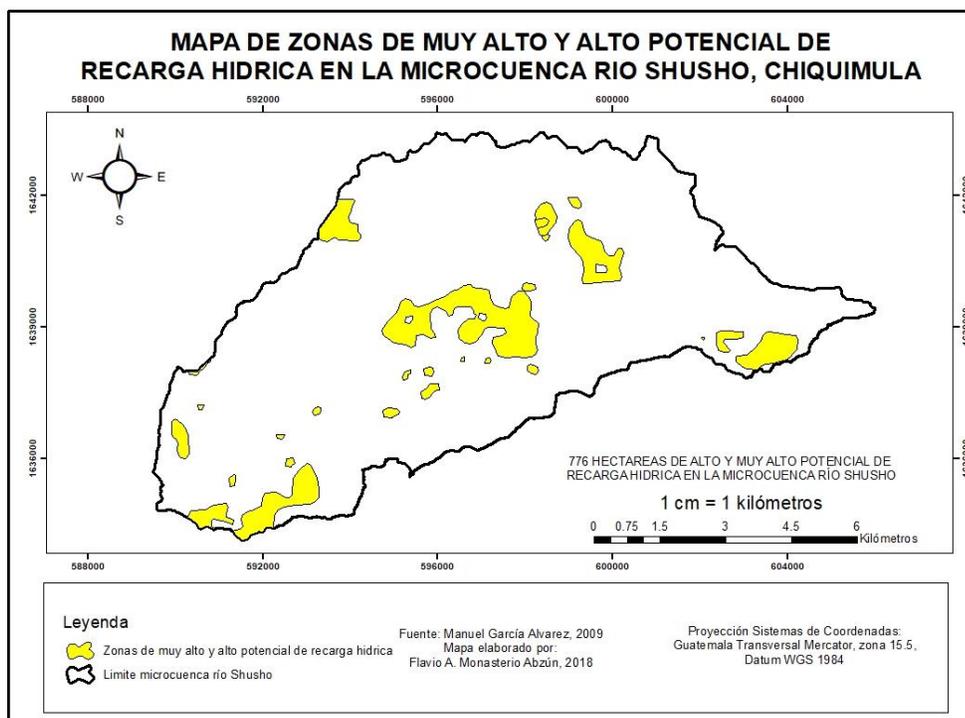
Anexo 4. Mapa de ubicación del afluente Agua Caliente, de la aldea Shusho Arriba, del municipio y departamento de Chiquimula.



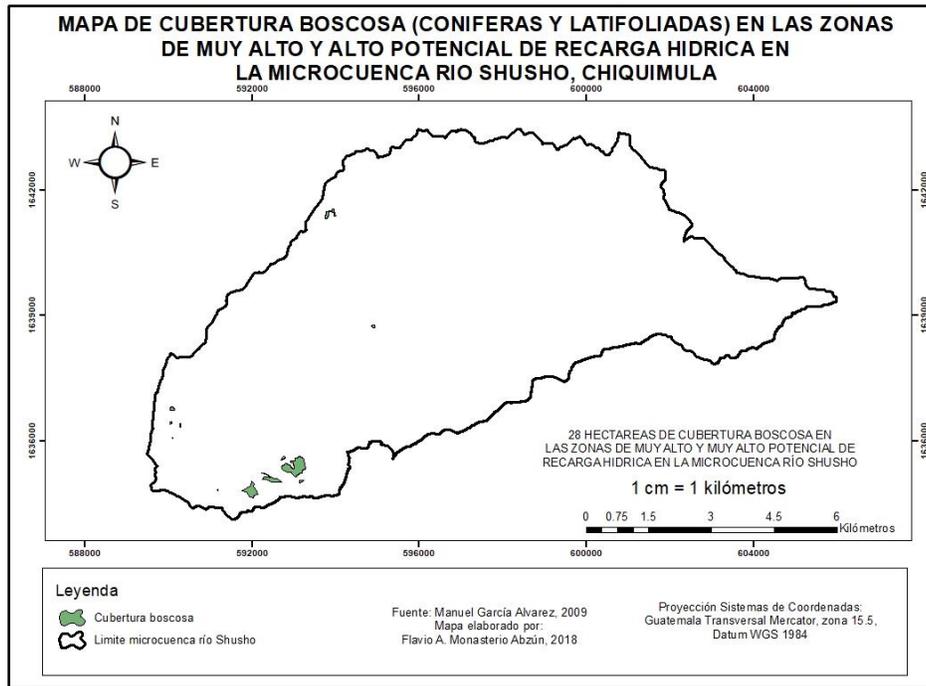
Anexo 5. Mapa de viviendas seleccionadas aleatoriamente de la aldea Shusho Arriba, del municipio y departamento de Chiquimula.



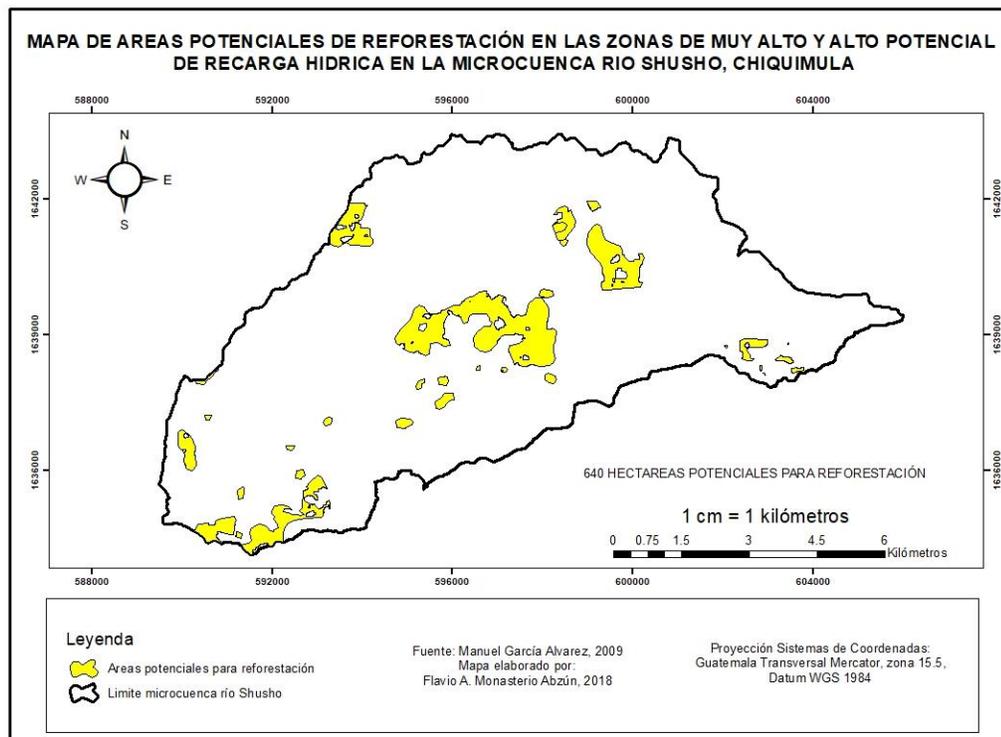
Anexo 6. Mapa de zonas de muy alto y alto potencial de recarga hídrica en la microcuenca río Shusho, Chiquimula.



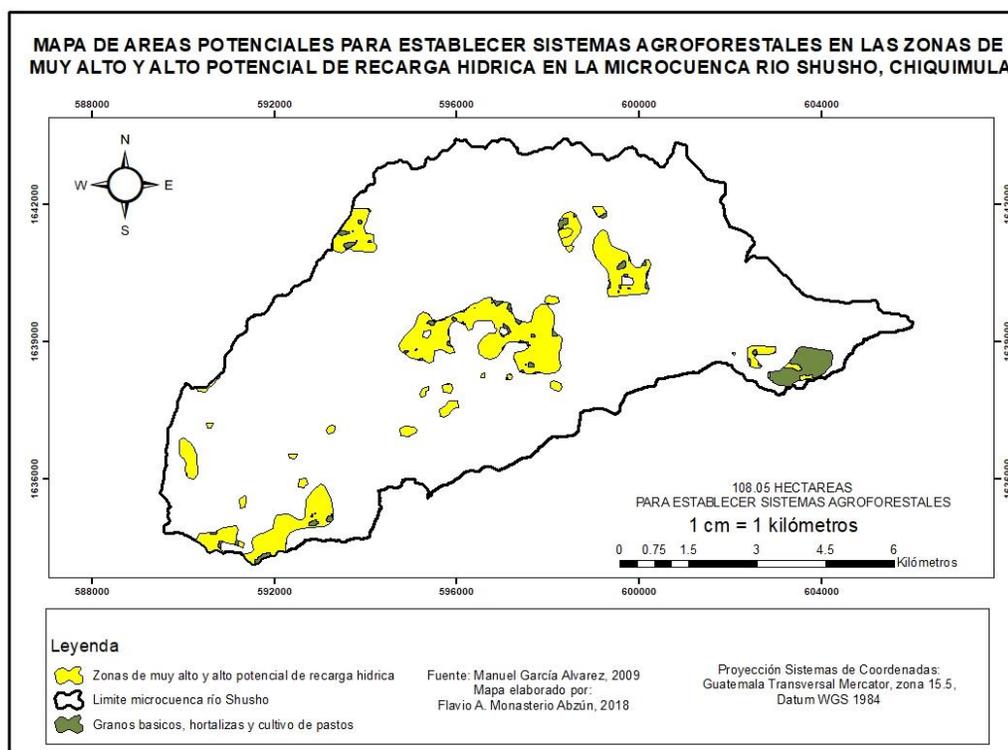
Anexo 7. Mapa de cobertura boscosa (coníferas y latifoliadas) en las zonas de muy alto y alto potencial de recarga hídrica en la microcuenca río Shusho, Chiquimula.



Anexo 8. Mapa de áreas potenciales de reforestación en las zonas de muy alto y alto potencial de recarga hídrica en la microcuenca río Shusho, Chiquimula.



Anexo 9. Mapa de áreas potenciales para establecer sistemas agroforestales en las zonas de muy alto y alto potencial de recarga hídrica en la microcuenca río Shusho, Chiquimula.



Anexo 10. Boleta de toma de datos in situ, para índice de calidad de agua

BOLETA PARA TOMA DE DATOS IN SITU	
Fecha:	Código de muestra:
Hora muestreo:	Fuente de agua:
Parámetro	Valor de medida
Potencial de hidrogeno pH	
Oxígeno disuelto	
Conductividad eléctrica	
Temperatura del agua	
Temperatura ambiente	

Anexo 11:

Boleta no. _____

Fecha __/__/__



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE



CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Encuesta para determinar la disposición a pagar de los habitantes de la aldea Shusho Arriba del municipio y departamento de Chiquimula por el servicio domiciliario de agua potable a los hogares.

Mi nombre es _____, del Centro Universitario de Oriente (CUNORI).

Objetivo: Recopilar información sobre el problema que representa la cantidad, calidad y disponibilidad de agua en la aldea Shusho Arriba, la cual servirá como base para la formulación de una propuesta.

Esta encuesta es de carácter confidencial, su nombre no es necesario. Le agradecería que me dedicara unos minutos de su tiempo para contestar las siguientes preguntas.

PRIMERA PARTE

En esta primera parte las preguntas se basan en una caracterización socio económica, las cuales son muy importantes para el estudio. Sus respuestas son estrictamente confidenciales.

1. Género del entrevistado(a):

Masculino Femenino

2. Rango de edad:

18 a 19 años 20 a 29 años 30 a 39 años
40 a 49 años 50 a 59 años 60 a 69 años
70 a 79 años 80 o mayor

3. Estudios realizados:

Ninguno Primario Básico
Diversificado Universitario Postgrado

4. ¿Cuántas personas viven en su casa? _____.

5. ¿Cuál es su situación laboral actualmente?

Tiene empleo formal Tiene negocio propio o familiar
Trabaja en la agricultura No tiene empleo
Esta Jubilado(a)

6. De qué ingresos depende su hogar:

Remesas Salario de hijos Jubilación
Comercio Agricultura Salario de empleo
Otros _____.

7. Tiene familia en Estados Unidos:

Sí No

8. ¿Qué rango de ingresos es el más cercano a los ingresos totales de la familia por mes? (incluya todas las fuentes de ingreso familiares).

Menos de Q 1,000 Entre Q 1,001 y Q 2,000
 Entre Q 2,001 y Q 3,000 Entre Q 3,001 y Q 4,000
 Entre Q 4,001 y Q 5,000 Entre Q 5,001 y Q 6,000
 Entre Q 6,001 y Q 8,000 Arriba de Q 8,000

SEGUNDA PARTE

En la segunda parte se realizarán preguntas que se basan en una caracterización socio ambiental.

9. Existen focos de contaminación en la comunidad:

Sí No

Si la respuesta anterior es "No", pasar a la pregunta 11.

10. ¿Cuáles considera que son los focos de contaminación?

Basureros

Drenajes a flor de tierra

Humo (leña)

Actividad productiva económica contaminante ¿cuál?_____.

11. Existe alcantarillado de aguas servidas:

Sí No

12. ¿Cómo elimina la mayor parte de la basura?

Servicio municipal

Servicio privado

La quema

La entierran

La tiran en cualquier lugar

Aboneras/reciclan

Otro, ¿cuál? _____

13. ¿Qué tipo de servicio sanitario tiene este hogar?

Inodoro conectado a red de drenaje Inodoro conectado a fosa séptica

Excusado lavable Letrina o pozo ciego

No tiene

14. ¿Cuál considera que es el estado de conservación de su vivienda?

Excelente conservación

Buena conservación

Regular conservación

Mala conservación

TERCERA PARTE

En la tercera parte se realizarán preguntas para determinar la calidad del servicio que se recibe, la importancia del agua y la relación bosque - agua.

15. ¿Cuál es el servicio/fuente principal de abastecimiento de agua en su casa?

- Servicio municipal Pozo propio
Servicio comunal Chorro público
Camión cisterna Captación propia Otros: _____.

(Si la respuesta anterior es servicio municipal o servicio comunal, contestar la pregunta número 16, si no pasar a la pregunta número 18).

16. ¿Cuál es su cuota mensualmente por este servicio? Q. _____.

17. ¿Cuál es la forma de pago del servicio?

- Anual Mensual

18. ¿Recibe agua todos los días en su casa?

- Sí No

(Si la respuesta anterior es "No", indicar con qué frecuencia recibe el agua).
_____ días.

19. ¿Cuántas horas al día recibe agua en su casa?

- 1-2 Horas 2-4 Horas
4-6 Horas Todo el día

20. Según usted, ¿Cómo es la calidad del servicio de agua potable que recibe?

- Excelente Bu
Regular Ma

21. ¿Cómo calificaría la cantidad de agua que llega a su hogar?

Excesiva Suficiente Poca

22. Según usted, ¿Cómo es la calidad del agua que recibe?

Excelente Buena
Regular Mala

23. Conoce usted de donde viene el agua que llega su casa:

Sí No

(Si su respuesta es "No" pasar a la pregunta número 25).

24. ¿De dónde se extrae o viene el agua que se consume en los hogares de esta comunidad?

Ríos Nacimientos de agua Pozos

25. Tiene pozo en su vivienda:

Sí No

26. Tiene cisterna o depósitos en su vivienda:

Sí No

27. Si le pidiera calificar la importancia que tiene el agua en el desarrollo de sus actividades diarias, que calificación le pondría:

Muy Importante Importante
Poco importante No es importante

28. Cree usted que son importantes los bosques y la vegetación para la existencia del agua que consume:

Muy Importante Importante
Poco importante No es importante

29. Según su criterio, ¿Quién debería estar a cargo del cuidado de los bosques de la microcuenca río Shusho?

Gobierno Municipalidad COCODE
Empresa privada ONG Todos los pobladores
Comité de la microcuenca río Shusho Todos los anteriores

30. Cree usted que el agua que proviene de la microcuenca río Shusho que abastece al servicio domiciliario de agua a la aldea Shusho Arriba está contaminada:

Sí No

¿Por qué? _____.

31. El agua que consume en su vivienda para beber es:

Del chorro Clorada en su casa Hervida
Posee filtro Compra garrafones Otro_____.

Si compra agua para beber, ¿Cuánto gasta aproximadamente al mes? Q._____.

32. ¿Cómo es la calidad de agua que llega a su hogar en la temporada de lluvia?

Buena Regular Mala

33. Se ha visto alguna vez en la necesidad de comprar agua de cisterna:

Sí No

Si su respuesta anterior es "Sí" ¿Cuánto pago? Q_____.

CUARTA PARTE

A continuación, le explicare la importancia del manejo sostenible de los recursos naturales propiciando el recurso bosque y la relación que tiene con el recurso hídrico.

Descripción del contexto local

La microcuenca río Shusho se encuentra ubicada en el municipio y departamento de Chiquimula, conformando la región del corredor seco de Guatemala. La red hidrográfica de la microcuenca se ha visto afectada durante la época seca por la desaparición o disminución del caudal de agua de los afluentes que aportan al cauce principal río Shusho.

La degradación de los recursos naturales especialmente del bosque ha aportado los orígenes de los problemas de agotamiento de cantidad y calidad de las fuentes de agua, los aspectos principales que han provocado la disminución de la cobertura boscosa es la dependencia de los campesinos del recurso bosque como principal fuente de energía, el aumento de la frontera agrícola y los incendios forestales. Siendo esto lo que ha dejado sin protección las zonas de recarga hídrica y las fuentes de agua.

Por este motivo se encuentra en riesgo la producción de agua para el abastecimiento a la población, por ello es importante propiciar proyectos o programas que promuevan la protección y conservación de los bosques y que detengan el proceso de pérdida del agua, así como brindar apoyo a los habitantes de las comunidades que ayudan a preservar los bosques o que pueden reforestar las áreas de tierra de vocación forestal.

34. Tomando en cuenta lo anterior. Estaría usted dispuesto a pagar una cuota mensual, adicional a la tarifa que paga por el servicio de agua, para que se ejecuten proyectos viables de tal manera que esto le asegure el suministro de agua proveniente de la microcuenca río Shusho.

Sí

No

(Si su respuesta anterior es “No” pasar a la pregunta número 38).

35. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar adicional a la tarifa que paga por el servicio de agua de forma mensual?

- Q 5.00 Q 25.00 Q 45.00
Q 10.00 Q 30.00 Q 50.00
Q 15.00 Q 35.00
Q 20.00 Q 40.00 Otros Q. _____.

36. Indique cuál sería la mejor alternativa para garantizar el servicio ambiental que presta la microcuenca río Shusho:

- Saneamiento Ambiental
 Sistemas agroforestales y silvopastoriles
 Prácticas de conservación de los suelos
 Reforestación
 Bosques protegidos
 Otros _____.

37. ¿De qué manera preferiría que la contribución fuera hecha?

- Cargando el pago a su recibo del agua
 Que el cobro se realice en su hogar
 Pagarlo en un banco Otros _____.

38. ¿Qué institución es la más indicada para recibir y administrar el pago?

- Municipalidad Organización no gubernamental Sector privado

39. ¿Por qué no está dispuesto a pagar para hacer funcionar un programa, que ejecute proyectos que garanticen la disponibilidad de agua en el futuro?

- Mi situación económica no me lo permite
 No creo que este tipo de medidas funcionen
 La corrupción puede evitar que los fondos lleguen a su destino
 Es el gobierno y la municipalidad quienes deben de hacerse cargo
 No es necesario este tipo de programas
 Otras razones (especifique) _____.

Anexo 12. Base de datos de las encuestas

CASO	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10
1	Masculino	60-69	ninguno	4	agricultura	agricultura	no	8000	si	bas,dren,hum.
2	Masculino	30-39	universitario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	6000-8000	si	bas,dren,hum.
3	Masculino	60-69	universitario	5	tiene empleo	salario de empleo	no	4000-5000	si	bas,dren,hum.
4	Masculino	60-69	ninguno	1	agricultura	agricultura	si	1000	si	bas,dren,hum.
5	Femenino	50-59	primario	3	agricultura	agricultura	no	1000	si	bas,dren,hum.
6	Femenino	70-79	ninguno	1	negocio propio	comercio	no	1000-2000	no	no hay
7	Femenino	40-49	primario	5	agricultura	agricultura	no	1000-2000	si	bas,dren,hum.
8	Femenino	80	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	1000-2000	no	no hay
9	Masculino	20-29	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	1000-2000	no	no hay
10	Femenino	40-49	primario	2	negocio propio	comercio	no	1000-2000	no	no hay
11	Femenino	20-29	diversificado	3	no tiene	salario de empleo	no	1000-2000	si	bas,dren,hum.
12	Femenino	50-59	primario	4	no tiene	agricultura	si	1000-2000	si	bas,dren,hum.
13	Masculino	40-49	ninguno	5	agricultura	agricultura	no	1000-2000	si	bas,dren,hum.
14	Masculino	70-79	ninguno	2	agricultura	agricultura	no	1000	si	basureros
15	Femenino	30-39	primario	3	no tiene	salario de empleo	no	2000-3000	si	drenajes
16	Femenino	30-39	primario	3	negocio propio	comercio	no	2000-3000	si	drenajes
17	Masculino	50-59	diversificado	4	jubilado	jubilacion	no	2000-3000	si	bas,dren,hum.
18	Masculino	40-49	universitario	6	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	si	bas,dren,hum.
19	Femenino	20-29	primario	3	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	si	bas,dren,hum.
20	Masculino	20-29	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
21	Femenino	30-39	primario	5	agricultura	agricultura	no	2000-3000	no	no hay
22	Masculino	18-19	basico	4	tiene empleo	salario de empleo	no	1000-2000	no	no hay
23	Femenino	40-49	primario	3	agricultura, jubilacion	salario de empleo	no	3000-4000	no	no hay
24	Femenino	30-39	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
25	Femenino	20-29	primario	3	agricultura	agricultura	no	1000-2000	no	no hay
26	Femenino	50-59	ninguno	2	no tiene	remesas	si	2000-3000	no	no hay
27	Femenino	20-29	primario	5	agricultura	salario de hijos, agricultura	no	2000-3000	no	no hay
28	Femenino	40-49	ninguno	3	agricultura	salario de hijos, agricultura	si	2000-3000	no	no hay
29	Femenino	18-19	basico	4	tiene empleo	salario de empleo	si	2000-3000	no	no hay
30	Femenino	60-69	ninguno	2	jubilado	jubilacion	si	2000-3000	no	no hay
31	Femenino	30-39	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
32	Femenino	50-59	primario	3	negocio propio	comercio	no	2000-3000	no	no hay
33	Femenino	30-39	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	3000-4000	no	no hay
34	Femenino	30-39	primario	4	tiene empleo, agricultura	salario de empleo, agricultura	no	3000-4000	no	no hay

35	Femenino	50-59	primario	3	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
36	Femenino	20-29	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
37	Femenino	18-19	diversificado	4	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
38	Femenino	30-39	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
39	Femenino	40-49	primario	3	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
40	Masculino	30-39	primario	4	agricultura	agricultura	no	1000-2000	no	no hay
41	Femenino	50-59	primario	2	no tiene	agricultura	no	1000-2000	no	no hay
42	Femenino	50-59	primario	2	agricultura	remesas	si	1000-2000	no	no hay
43	Femenino	40-49	basico	3	agricultura	agricultura	no	1000-2000	si	basureros
44	Femenino	40-49	primario	2	no tiene	agricultura	no	1000	no	no hay
45	Femenino	30-39	primario	5	no tiene	salario de empleo	no	1000-2000	no	no hay
46	Femenino	18-19	basico	6	no tiene	salario de empleo	no	1000-2000	si	bas,dre
47	Femenino	20-29	basico	3	no tiene	agricultura	no	1000	no	no hay
48	Masculino	20-29	diversificado	4	agricultura	comercio	no	1000-2000	no	no hay
49	Femenino	20-29	primario	3	no tiene	salario de empleo	no	3000-4000	si	bas,dre
50	Femenino	18-19	basico	3	tiene empleo	salario de empleo	no	1000-2000	no	no hay
51	Masculino	70-79	primario	2	jubilado	jubilacion	no	2000-3000	no	no hay
52	Femenino	50-59	primario	3	agricultura	agricultura	no	1000-2000	no	no hay
53	Masculino	18-19	diversificado	4	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
54	Femenino	20-29	primario	3	agricultura	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
55	Femenino	30-39	primario	3	tiene empleo	comercio	no	2000-3000	no	no hay
56	Femenino	50-59	ninguno	2	jubilado	jubilacion,remesas	si	2000-3000	no	no hay
57	Femenino	60-69	ninguno	5	tiene empleo	salario hijos, agricultura	no	3000-4000	no	no hay
58	Femenino	40-49	primario	4	tiene empleo	salario de empleo	no	2000-3000	no	no hay
59	Masculino	20-29	primario	4	agricultura	agricultura	no	1000	no	no hay
60	Masculino	30-39	primario	3	agricultura	agricultura	no	1000-2000	no	no hay
61	Masculino	80	ninguno	1	agricultura	salario de hijos, agricultura	no	1000	si	bas,dre
62	Femenino	30-39	primario	5	no tiene	salario de empleo	no	1000	si	bas,dre
63	Masculino	60-69	ninguno	2	agricultura	agricultura	no	1000-2000	si	drenajes
64	Femenino	40-49	ninguno	3	agricultura	agricultura	si	1000	si	basureros
65	Femenino	40-49	primario	3	agricultura	agricultura	no	1000	si	basureros
66	Masculino	20-29	basico	3	no tiene	salario de empleo	no	1000-2000	no	no hay
67	Femenino	50-59	ninguno	4	tiene empleo	agricultura	no	1000-2000	no	no hay

CASO	VAR11	VAR12	VAR13	VAR14	VAR15	VAR16	VAR17	VAR18	VAR19	VAR20
1	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
2	no	la quema	fosa septica	regular	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
3	no	la quema	fosa septica	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
4	no	la quema	fosa septica	regular	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
5	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
6	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
7	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
8	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
9	no	la quema	excusado lavable	regular	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
10	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
11	no	la quema	fosa septica	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
12	no	la quema	fosa septica	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
13	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
14	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
15	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
16	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
17	no	la quema	excusado lavable	excelente	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
18	no	la quema	fosa septica	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
19	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
20	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
21	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
22	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
23	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
24	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
25	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
26	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
27	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
28	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
29	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
30	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
31	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
32	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
33	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
34	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente

35	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
36	no	la quema	excusado lavable	excelente	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
37	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
38	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
39	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	buena
40	no	la quema	excusado lavable	regular	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
41	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
42	no	la quema	red de drenaje	excelente	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
43	no	la quema	excusado lavable	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
44	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
45	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	buena
46	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	buena
47	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	buena
48	no	la quema	excusado lavable	excelente	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
49	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
50	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
51	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
52	no	la quema	excusado lavable	excelente	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
53	no	la quema	excusado lavable	excelente	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
54	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
55	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
56	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
57	no	la quema	letrina o pozo ciego	excelente	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
58	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	buena
59	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	buena
60	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
61	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
62	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	4-6 horas	regular
63	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	buena
64	no	la quema	no tiene	mala	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	excelente
65	no	la quema	letrina o pozo ciego	regular	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente
66	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	no pagan	no pagan	si	todo el dia	buena
67	no	la quema	letrina o pozo ciego	buena	comunal	Q48	anual	si	todo el dia	excelente

CASO	VAR21	VAR22	VAR23	VAR24	VAR25	VAR26	VAR27	VAR28	VAR29	VAR30
1	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
2	poca	mala	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
3	suficiente	regular	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	comité de la microcuencia	no
4	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	gobierno	no
5	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no
6	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
7	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
8	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no
9	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no
10	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
11	excesiva	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	comité de la microcuencia	no
12	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	si
13	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
14	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
15	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
16	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
17	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
18	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
19	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	comité de la microcuencia	no
20	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
21	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	gobierno	no
22	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no
23	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
24	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
25	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no
26	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
27	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	municipalidad	no
28	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
29	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	municipalidad	no
30	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no
31	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	municipalidad	no
32	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	gobierno	no
33	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	municipalidad	no
34	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	municipalidad	no

35	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
36	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
37	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	municipalidad	no
38	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	municipalidad	no
39	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	si
40	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	comité de la microcuencia	no
41	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
42	excesiva	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
43	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
44	excesiva	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
45	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
46	suficiente	regular	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
47	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
48	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	comité de la microcuencia	no
49	excesiva	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
50	suficiente	regular	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no
51	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
52	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	comité de la microcuencia	no
53	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no
54	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
55	excesiva	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	gobierno	no
56	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
57	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
58	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
59	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
60	suficiente	buena	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	si
61	suficiente	regular	si	nacimiento de agua	no	si	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
62	poca	buena	si	nacimiento de agua	no	si	muy importante	muy importante	todos los anteriores	si
63	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
64	poca	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los anteriores	no
65	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	comité de la microcuencia	no
66	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	COCODE	no
67	suficiente	excelente	si	nacimiento de agua	no	no	muy importante	muy importante	todos los pobladores	no

CASO	VAR31	VAR32	VAR33	VAR34	VAR35	VAR36	VAR37	VAR38	VAR39
1	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cargado en el pago	ONG	
2	del chorro	regular	si	si	Q5	reforestacion	cargado en el pago	municipalidad	
3	del chorro	mala	no	si	Q5	bosques protegidos	cargado en el pago	municipalidad	
4	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cargado en el pago	ONG	
5	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
6	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
7	del chorro	buena	no	si	Q20	bosques protegidos	cargado en el pago	ONG	
8	del chorro	buena	no	si	Q10	bosques protegidos	cobro en el hogar	municipalidad	
9	del chorro	buena	no	si	Q10	bosques protegidos	cobro en el hogar	ONG	
10	del chorro	buena	no	si	Q15	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
11	del chorro	buena	no	si	Q10	bosques protegidos	banco	ONG	
12	del chorro	buena	no	si	Q10	sistemas agroforestales y silvopastoriles	cargado en el pago	ONG	
13	del chorro	regular	no	si	Q5	sistemas agroforestales y silvopastoriles	cobro en el hogar	municipalidad	
14	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos, reforestacion	cargado en el pago	ONG	
15	del chorro	regular	no	si	Q5	reforestacion	cargado en el pago	municipalidad	
16	del chorro	buena	no	si	Q10	bosques protegidos, reforestacion	cargado en el pago	municipalidad	
17	hervida	buena	no	si	Q20	saneamiento ambiental	cargado en el pago	municipalidad	
18	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos, reforestacion	cargado en el pago	municipalidad	
19	del chorro	buena	no	si	Q25	sistemas agroforestales y silvopastoriles	cobro en el hogar	municipalidad	
20	del chorro	buena	no	si	Q10	bosques protegidos	cobro en el hogar	municipalidad	
21	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cargado en el pago	municipalidad	
22	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos	cobro en el hogar	municipalidad	
23	del chorro	buena	no	si	Q10	bosques protegidos	cobro en el hogar	municipalidad	
24	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
25	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
26	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos	cobro en el hogar	municipalidad	
27	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
28	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
29	del chorro	buena	no	si	Q10	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
30	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
31	del chorro	buena	no	si	Q10	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
32	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos	cobro en el hogar	municipalidad	
33	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
34	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	

35	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos	cobro en el hogar	ONG	
36	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos	cobro en el hogar	municipalidad	
37	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
38	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
39	del chorro	regular	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
40	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
41	del chorro	buena	no	si	Q15	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
42	del chorro	buena	no	si	Q15	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
43	del chorro	buena	no	si	Q25	bosques protegidos	cobro en el hogar	municipalidad	
44	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	ONG	
45	del chorro	regular	no	si	Q5	sistemas agroforestales y silvopastoriles	banco	ONG	
46	del chorro	mala	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	municipalidad	
47	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cobro en el hogar	ONG	
48	del chorro	buena	no	si	Q10	reforestacion	comité	ONG	
49	Clorada en su casa	buena	no	si	Q10	reforestacion	cargado en el pago	ONG	
50	del chorro	buena	no	si	Q10	saneamiento ambiental	cargado en el pago	sector privado	
51	del chorro	buena	no	si	Q15	practicas de conservacion de suelos	cargado en el pago	municipalidad	
52	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cargado en el pago	municipalidad	
53	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos	cargado en el pago	municipalidad	
54	del chorro	buena	no	si	Q15	reforestacion	cobro en el hogar	sector privado	
55	del chorro	buena	no	si	Q5	bosques protegidos	cargado en el pago	municipalidad	
56	del chorro	buena	no	si	Q15	bosques protegidos	cargado en el pago	municipalidad	
57	del chorro	buena	no	si	Q15	reforestacion	cargado en el pago	municipalidad	
58	del chorro	buena	no	si	Q5	reforestacion	cargado en el pago	municipalidad	
59	del chorro	buena	no	no	Q0				Mi situacion economica no me lo permite
60	del chorro	buena	no	no	Q0				Es el gobierno y la municipalidad quienes deben de hacerse cargo
61	del chorro	buena	no	no	Q0				Mi situacion economica no me lo permite
62	del chorro	mala	no	no	Q0				Es el gobierno y la municipalidad quienes deben de hacerse cargo
63	del chorro	regular	no	no	Q0				Es el gobierno y la municipalidad quienes deben de hacerse cargo
64	Clorada en su casa	buena	no	no	Q0				Mi situacion economica no me lo permite
65	del chorro	buena	no	no	Q0				Mi situacion economica no me lo permite
66	del chorro	buena	no	no	Q0				Es el gobierno y la municipalidad quienes deben de hacerse cargo
67	del chorro	buena	no	no	Q0				Mi situacion economica no me lo permite

Anexo 13. Metodología para el análisis de los parámetros del Índice de Calidad del Agua (ICA).

a. Potencial del hidrogeno pH

Procedimiento:

- Conectar la sonda de pH al multiparámetro HQ40
- Encender el multiparámetro presionando el botón de encendido/apagado.
- Retirar la tapa protectora del bulbo sensor del electrodo de pH.
- Lavar el bulbo sensor del electrodo de Ph, con agua destilada.
- Asegurarse que el bulbo quede con la menor cantidad posible de gotas de agua destilada.
- Introducir la sonda de pH en la corriente superficial.
- Cuando el potenciómetro se estabilice anotar el dato.
- Retirar la sonda de la muestra y lavar el bulbo sensor con agua destilada.
- Apagar el multiparámetro.

b. Conductividad eléctrica del agua

Procedimiento:

- Conectar la sonda de conductividad al dispositivo portátil multiparámetro HQ40.
- Encender el dispositivo portátil presionando el botón de encendido/apagado.
- Lavar la punta de la sonda de conductividad con agua destilada.
- Asegurarse que la punta de la sonda quede con la menor cantidad posible de gotas de agua destilada.
- Introducir la sonda de conductividad a la corriente superficial.
- Cuando el multiparámetro se estabilice anotar el dato.
- Retirar la sonda de la muestra y lavar el bulbo sensor con agua destilada.
- Apagar el dispositivo
- Desconectar la sonda de conductividad del dispositivo.

c. Oxígeno Disuelto

Procedimiento:

- Conectar la sonda al dispositivo multiparámetro HQ40.
- Encender el potenciómetro presionando el botón de encendido/apagado.
- Lavar la punta de la sonda de oxígeno con agua destilada.
- Asegurarse que la punta de la sonda quede con la menor cantidad posible de gotas de agua destilada.
- Introducir la sonda de oxígeno a la corriente superficial.
- Cuando el multiparámetro se estabilice anotar el dato.
- Retirar la sonda de la muestra y lavar el bulbo sensor con agua destilada.
- Apagar el dispositivo portátil.

d. Nitratos NO₃

Se utilizará el método de salicilato de sodio; el rango de este método se encuentra entre 0 y 2 mg de nitrógeno de nitratos por litro. Muestras con mayores concentraciones requieren un volumen inicial menor.

Procedimiento:

- Preparar la solución de salicilato de sodio disolviendo 0.05 gr de salicilato en 10 ml de agua destilada.
- Agregar 25 ml de la muestra filtrada en sus respectivas capsulas agregando 1 ml de salicilato preparado anteriormente.
- Dejar las capsulas toda la noche de 70 °C a 90 °C hasta sequedad.
- Mientras la capsula de porcelana aún está caliente, disolver el residuo con 1 ml de ácido sulfúrico por todas las paredes de la porcelana.
- Lavar la porcelana con agua destilada y raspar las paredes con una varilla de vidrio misma que se utiliza para traspasar el agua al balón.
- Agregar 7 ml de solución NaOH-tartrato y completar 100 ml del balón con agua destilada.
- Agitar por inversión para mayor homogenización.
- Leer a 420 nm en el espectrofotómetro sin corrección de fondo.

e. Fosfatos PO₄

- Para la determinación de fosfatos se tiende a preparar los siguientes reactivos:
 - A) 14.0 ml de ácido sulfúrico concentrado aforado con agua a 100 ml
 - B) 0.0274 g de tartrato de antimonil-potasio en 10 ml de agua destilada
 - C) 1.00 g de heptamolibdato de amonio en 25 ml de agua destilada
 - D) 0.88 g de ácido ascórbico en 50 ml de agua destilada

Procedimiento:

- Mezclar en el siguiente orden 80 ml de A, 8 ml de B, 24 ml de C y 48 ml de D.
- Agregar 2.0 ml de esta mezcla a 10 ml de muestra filtrada por duplicado.
- Agitar por inversión para mayor homogenización.
- Leer a 880 nm utilizando corrección de fondo 94

f. Determinación de la demanda biológica de oxígeno DBO5

Procedimiento:

- En una botella de DBO de 300ml colocar 10 ml de la muestra y 1 ml de las
- soluciones A, B, C, y D.
- Completar con agua destilada hasta el cuello de la botella y determinar el oxígeno disuelto con la sonda de oxímetro.
- Al sacar el detector completar con agua destilada hasta la mitad del cuello de la botella.
- Taparla de forma tal que no queden burbujas de aire dentro de la botella y colocarla en incubación a 20°C durante 5 días exactos.
- Incubar además una botella que solamente contenga las soluciones A, B, C y D; y agua destilada.
- Al terminar el período de incubación determinar el oxígeno disuelto.
- Cálculos: $DBO = (OD \text{ inicial} - OD \text{ final}) 10\text{ml/L}$

g. Sólidos disueltos totales

Procedimiento:

- Identificar la cápsula de porcelana a ser utilizada. Puede utilizarse marcador
- Llevar a peso constante la cápsula de porcelana a utilizar. Esto puede hacerse colocando la cápsula de porcelana dentro de un horno y calentarlo de una a dos

horas aproximadamente, luego de realizar esta acción la cápsula no puede ser tocada con las manos.

- Sacar la cápsula de porcelana utilizando una pinza
- Colocar la cápsula en una desecadora para esperar que se enfríe y pueda ser pesada en balanza analítica
- Pesar la cápsula en la balanza analítica
- Verter los 25 ml de agua que fue filtrada en filtro de fibra de vidrio dentro de la cápsula de porcelana, esta no puede ser tomada con la mano, ya que esta tarada (pesada)
- Agarrar la cápsula con una pinza y colocarla dentro del horno, llevar a 85 °C por 24 horas para que el agua se evapore, Nota: si el tiempo no ha sido suficiente se deja la cápsula dentro del horno a la misma temperatura, hasta que esté completamente seca.
- Sacar la cápsula del horno utilizando para ello una pinza (no debe ser tomada con la mano, ya que la grasa que se puede tener en los dedos altera el peso de la cápsula) y colocarla dentro de la desecadora para que llegue a temperatura ambiente
- Pesar en la balanza analítica y calcular por diferencias

h. Turbidez

La turbidez será medida utilizando un turbidímetro.

Procedimiento:

- Calibrar el medidor de turbidez con soluciones de calibración.
- La medición con este método se realizará introduciendo en forma progresiva una fracción de líquido a analizar en el tubo, previamente calibrado; la muestra debe de llegar hasta la marca blanca de la celda.
- Limpiar las paredes de la celda con papel mayordomo.
- Colocar en el medidor de turbidez la muestra y leer en auto rango.
- Cada vez que se analice una muestra diferente, el recipiente debe de ser enjuagado con agua destilada.

Determinación de parámetros bacteriológicos

Los indicadores más usados para estos fines son los llamados organismos coliformes. El estimado o determinación de los organismos coliformes se realizará empleando la técnica de los tubos múltiples.

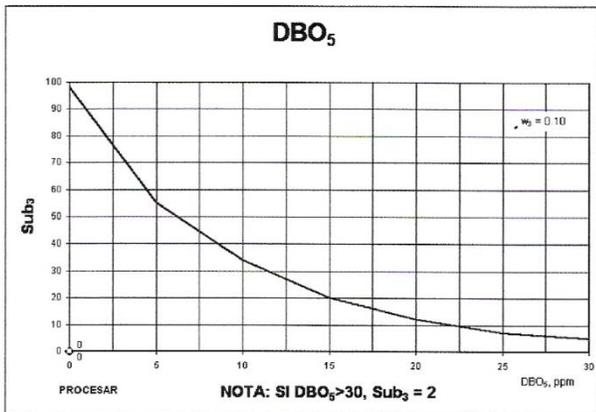
i. Análisis de coliformes

Procedimiento:

- Preparación de Agar.
- Hacer 1 agar simple, y 1 agar doble; en el agar simple se utiliza 17 gramos de mlx en 1000 ml, y en el agar doble se utiliza 17 mlx en 500 ml.
- Preparar 9 tubos de ensayo por cada muestra que se desee realizar.
- De esos 9 tubos de ensayo a 6 se les agrega 9 ml del agar simple, a los otros 3 se le agrega 10 ml del agar doble.
- Hacer la siembra; para esto debe de colocarse a 3 tubos de ensayo de concentración simple 0.1 ml de la muestra, en los otros 3 tubos de ensayo de concentración simple colocar 1 ml de la muestra; y en los últimos 3 tubos de ensayo de concentración doble agregar 10 ml de la muestra.
- Las pruebas se incubarán a 25°C por 24 hrs.
- Después de las 24 horas, realizar la lectura de los tubos de ensayo. La lectura se realizará por un cambio de color, reacción Indol positiva o negativa.

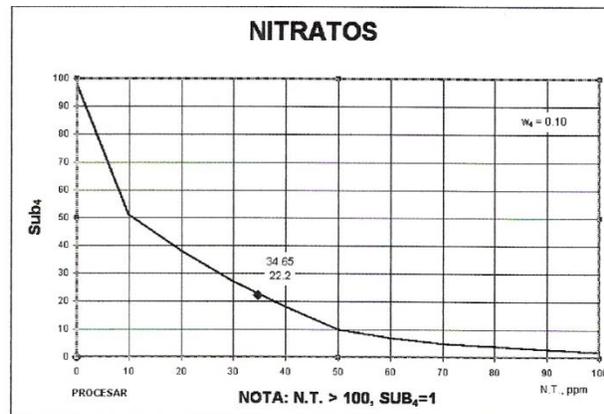
Anexo 14. Subíndices de calidad del agua.

GRAFICA 1. Valoración de la Calidad de Agua en Función de la DBO₅



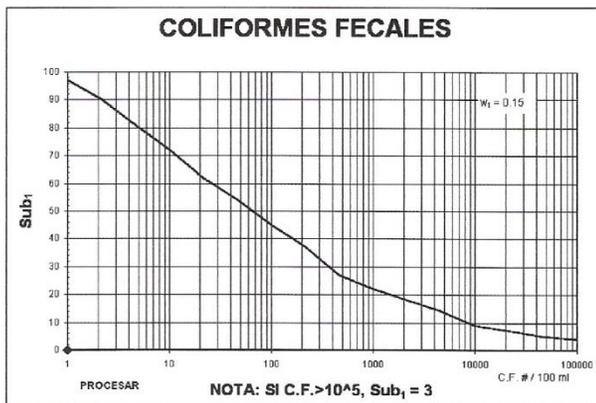
Fuente: SNET (s.f.).

GRAFICA 2. Valoración de la Calidad de Agua en Función del Nitrato



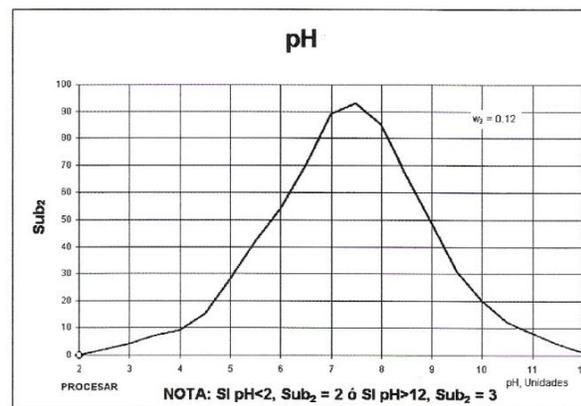
Fuente: SNET (s.f.).

GRAFICA 3. Valoración de la Calidad de Agua en Función de Coliformes Fecales



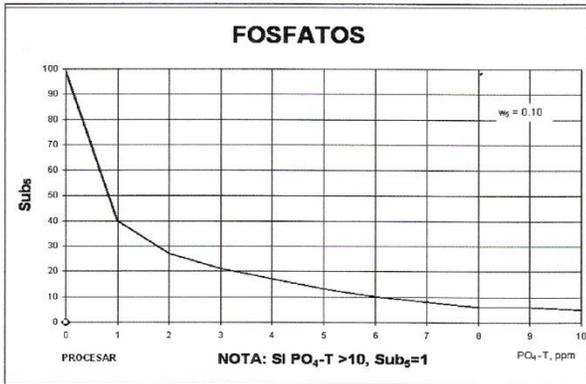
Fuente: SNET (s.f.).

GRAFICA 4. Valoración de la Calidad de Agua en Función de pH



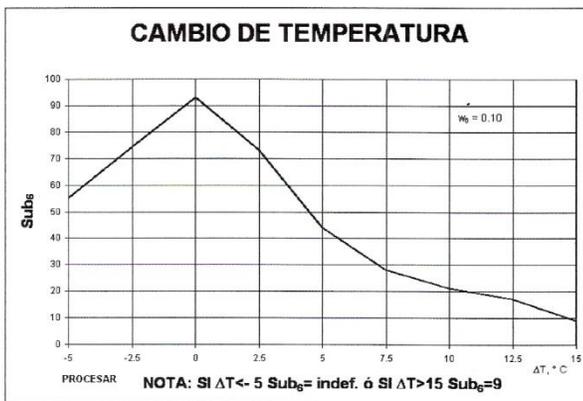
Fuente: SNET (s.f.).

GRAFICA 5. Valoración de la Calidad de Agua en Función del Fósforo



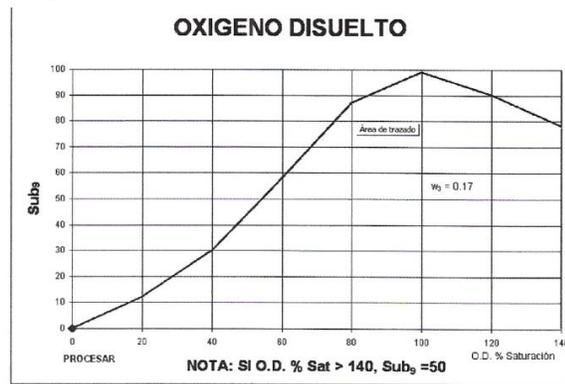
Fuente: SNET (s.f.)

GRAFICA 7. Valoración de la Calidad de Agua en Función de la Temperatura



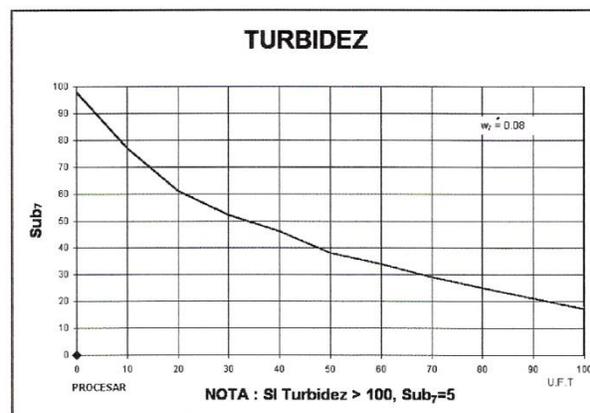
Fuente: SNET (s.f.)

GRAFICA 6. Valoración de la Calidad de Agua en Función del % de Saturación de Oxígeno Disuelto



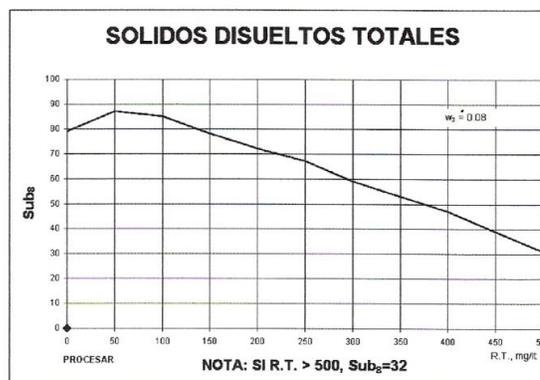
Fuente: SNET (s.f.)

GRAFICA 8. Valoración de la Calidad de Agua en Función de la Turbidez



Fuente: SNET (s.f.)

GRAFICA 9. Valoración de la Calidad de Agua en Función de Sólidos Disueltos



Fuente: SNET (s.f.)

Anexo 15. Determinación del Índice de Calidad del Agua para cada muestra.

Tabla1. Determinación del Índice de Calidad del Agua de la muestra 1 (T1S1).

Calculo del índice de calidad de agua (T1S1)						
Parámetros		Valor	Unidades	Subi	Wi	Total
1	Coliformes fecales	<3	NMP/100 ml	97	0.15	14.55
2	pH	7.74	Unidades de pH	93.3	0.12	11.2
3	DBO5	5.04	mg/l	55.5	0.10	5.6
4	Nitratos	8.64	mg/l	57	0.10	5.7
5	Fosfatos	0.29	mg/l	80.5	0.10	8.05
6	Cambio de temperatura	-4	°C	63	0.10	6.3
7	Turbidez	0.25	FAU	96.7	0.08	7.736
8	Sólidos disueltos totales	248	mg/l	67.7	0.08	5.416
9	Oxígeno disuelto	121.8	% Saturación	88.8	0.17	15.096
Valor del índice de Calidad de Agua -ICA-					Suma	79.59

Tabla2. Determinación del Índice de Calidad del Agua de la muestra 2 (T2S2).

Calculo del índice de calidad de agua (T2S2)						
Parámetros		Valor	Unidades	Subi	Wi	Total
1	Coliformes fecales	<3	NMP/100 ml	97	0.15	14.6
2	pH	7.74	Unidades de pH	92.2	0.12	11.1
3	DBO5	0.60	mg/l	93.3	0.10	9.3
4	Nitratos	8.08	mg/l	58	0.10	5.8
5	Fosfatos	0.34	mg/l	80	0.10	8.0
6	Cambio de temperatura	-5	°C	55	0.10	5.5
7	Turbidez	0.18	FAU	100	0.08	8.0
8	Sólidos disueltos totales	245	mg/l	66.6	0.08	5.3
9	Oxígeno disuelto	116.8	% Saturación	95.5	0.17	16.2
Valor del índice de Calidad de Agua -ICA-					Suma	83.81

Tabla 3. Determinación del Índice de Calidad del Agua de la muestra 3 (V1S1).

Calculo del índice de calidad de agua (V1S1)						
Parámetros		Valor	Unidades	Subi	Wi	Total
1	Coliformes fecales	43	NMP/100 ml	61	0.15	9.2
2	pH	7.88	Unidades de pH	91.1	0.12	10.9
3	DBO5	0.6	mg/l	93.3	0.10	9.3
4	Nitratos	8.08	mg/l	58	0.10	5.8
5	Fosfatos	0.31	mg/l	80	0.10	8.0
6	Cambio de temperatura	-5	°C	55	0.10	5.5
7	Turbidez	0.39	FAU	96.7	0.08	7.7
8	Sólidos disueltos totales	248	mg/l	67.7	0.08	5.4
9	Oxígeno disuelto	119.1	% Saturación	91.1	0.17	15.5
Valor del índice de Calidad de Agua -ICA-					Suma	77.35

Tabla 4. Determinación del Índice de Calidad del Agua de la muestra 4 (V1S2).

Calculo del índice de calidad de agua (V1S2)						
Parámetros		Valor	Unidades	Subi	Wi	Total
1	Coliformes fecales	43	NMP/100 ml	61	0.15	9.2
2	pH	8.08	Unidades de pH	63.3	0.12	7.6
3	DBO5	1.62	mg/l	84.4	0.10	8.4
4	Nitratos	7.54	mg/l	62	0.10	6.2
5	Fosfatos	0.34	mg/l	80	0.10	8.0
6	Cambio de temperatura	-3	°C	70	0.10	7.0
7	Turbidez	0.3	FAU	96.7	0.08	7.7
8	Sólidos disueltos totales	246	mg/l	66.6	0.08	5.3
9	Oxígeno disuelto	110.5	% Saturación	96.6	0.17	16.4
Valor del índice de Calidad de Agua -ICA-					Suma	75.87

Tabla 5. Determinación del Índice de Calidad del Agua de la muestra 5 (V2S1).

Calculo del índice de calidad de agua (V2S1)						
Parámetros		Valor	Unidades	Subi	Wi	Total
1	Coliformes fecales	43	NMP/100 ml	61	0.15	9.2
2	pH	8.1	Unidades de pH	82.2	0.12	9.9
3	DBO5	0.18	mg/l	95	0.10	9.5
4	Nitratos	6.60	mg/l	68	0.10	6.8
5	Fosfatos	0.33	mg/l	80	0.10	8.0
6	Cambio de temperatura	-4.8	°C	57	0.10	5.7
7	Turbidez	0.17	FAU	100	0.08	8.0
8	Sólidos disueltos totales	249	mg/l	67.7	0.08	5.4
9	Oxígeno disuelto	119.7	% Saturación	90.9	0.17	15.4
Valor del índice de Calidad de Agua -ICA-					Suma	77.88

Tabla 6. Determinación del Índice de Calidad del Agua de la muestra 6 (V2S2).

Calculo del índice de calidad de agua (V2S2)						
Parámetros		Valor	Unidades	Subi	Wi	Total
1	Coliformes fecales	43	NMP/100 ml	61	0.15	9.2
2	pH	8.09	Unidades de pH	61.1	0.12	7.3
3	DBO5	0.6	mg/l	93.3	0.10	9.3
4	Nitratos	9.19	mg/l	53	0.10	5.3
5	Fosfatos	0.44	mg/l	73	0.10	7.3
6	Cambio de temperatura	-4.7	°C	57.5	0.10	5.8
7	Turbidez	0.32	FAU	96.7	0.08	7.7
8	Sólidos disueltos totales	297	mg/l	60	0.08	4.8
9	Oxígeno disuelto	118.1	% Saturación	91.6	0.17	15.6
Valor del índice de Calidad de Agua -ICA-					Suma	72.27

Tabla 7. Determinación del Índice de Calidad del Agua de la muestra 7 (V3S1).

Calculo del índice de calidad de agua (V3S1)						
Parámetros		Valor	Unidades	Subi	Wi	Total
1	Coliformes fecales	150	NMP/100 ml	44	0.15	6.60
2	pH	8.2	Unidades de pH	78.8	0.12	9.46
3	DBO5	1.32	mg/l	85.5	0.10	8.55
4	Nitratos	8.61	mg/l	70	0.10	7.00
5	Fosfatos	0.31	mg/l	80	0.10	8.00
6	Cambio de temperatura	-3	°C	70	0.10	7.00
7	Turbidez	0.18	FAU	100	0.08	8.00
8	Sólidos disueltos totales	245	mg/l	66.6	0.08	5.33
9	Oxígeno disuelto	117.6	% Saturación	92	0.17	15.64
Valor del índice de Calidad de Agua -ICA-					Suma	75.57

Tabla 8. Determinación del Índice de Calidad del Agua de la muestra 7 (V3S2).

Calculo del índice de calidad de agua (V3S2)						
Parámetros		Valor	Unidades	Subi	Wi	Total
1	Coliformes fecales	93	NMP/100 ml	46.5	0.15	7.0
2	pH	8.27	Unidades de pH	77.7	0.12	9.3
3	DBO5	0.90	mg/l	90	0.10	9.0
4	Nitratos	7.34	mg/l	62	0.10	6.2
5	Fosfatos	0.37	mg/l	75	0.10	7.5
6	Cambio de temperatura	-2.5	°C	74	0.10	7.4
7	Turbidez	0.50	FAU	96.7	0.08	7.7
8	Sólidos disueltos totales	245	mg/l	66.6	0.08	5.3
9	Oxígeno disuelto	116.7	% Saturación	96.1	0.17	16.3
Valor del índice de Calidad de Agua -ICA-					Suma	75.8

Anexo 16. Índice de Calidad del Agua -ICA- en 8 puntos de muestreo establecidos en el sistema de abastecimiento de agua domiciliar, en la aldea Shusho Arriba del municipio de Chiquimula, Chiquimula, 2018.

INDICE DE CALIDAD DEL AGUA "ICA"													
No.	ID	Punto de muestreo	pH	Cambio de Temperatura	Oxígeno disuelto (% Saturación)	DBO ₅	Sólidos disueltos totales	Turbidez	Nitratos	Fosfatos	Coliformes fecales	Total	Calidad de Agua
1	T1S1	Tanque de captación 1, sistema 1	11.20	6.30	15.1	5.55	5.42	7.74	5.70	8.05	14.55	79.59	Buena
2	V1S1	Vivienda 1, sistema 1	10.93	5.50	15.5	9.33	5.42	7.74	5.80	8.00	9.15	77.35	Buena
3	V2S1	Vivienda 2, sistema 1	9.86	5.70	15.4	9.50	5.42	8.00	6.80	8.00	9.15	77.88	Buena
4	V3S1	Vivienda 3, sistema 1	9.46	7.00	15.6	8.55	5.33	8.00	7.00	8.00	6.60	75.57	Buena
5	T2S2	Tanque de captación 2, sistema 2	11.06	5.50	16.2	9.33	5.33	8.00	5.80	8.00	14.55	83.81	Buena
6	V1S2	Vivienda 1, sistema 2	7.60	7.00	16.4	8.44	5.33	7.74	6.20	8.00	9.15	75.87	Buena
7	V2S2	Vivienda 2, sistema 2	7.33	5.75	15.6	9.33	4.80	7.74	5.30	7.30	9.15	72.27	Buena
8	V3S2	Vivienda 3, sistema 2	9.32	7.40	16.3	9.00	5.33	7.74	6.20	7.50	6.98	75.80	Buena

Anexo 17. Flujo de caja para el establecimiento, manejo y costos totales de 640 ha de reforestación en las zonas de alto y muy alto potencial de recarga hídrica en la microcuenca río Shusho, Chiquimula.

Tabla 1. Costos para establecimiento de reforestación de 640 Ha y 1 Ha, en la microcuenca río Shusho, Chiquimula.

COSTO DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACION FORESTAL En Quetzales / 640 Ha y 1 Ha						
No.	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo/Ha.	Costo/ 640 Ha.
1	Participación comunitaria				Q 300.00	Q 192,000.00
1.1	Socialización de la actividad de reforestación	Actividad	1	Q 100.00	Q 100.00	Q 64,000.00
1.2	Sencibilización comunitaria	Actividad	1	Q 200.00	Q 200.00	Q 128,000.00
2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales				Q 4,307.00	Q 2,756,480.00
2.1	Compra de pilones forestales (<i>Pinus oocarpa</i>)	Unidad	278	Q 1.50	Q 417.00	Q 266,880.00
2.2	Compra de pilones forestales (<i>Quercus</i>)	Unidad	278	Q 1.50	Q 417.00	Q 266,880.00
2.3	Compra de pilones forestales (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Unidad	278	Q 1.50	Q 417.00	Q 266,880.00
2.4	Compra de pilones forestales (<i>Cedrus</i>)	Unidad	278	Q 2.00	Q 556.00	Q 355,840.00
2.5	Rondas corta fuegos	Jornales	10	Q 50.00	Q 500.00	Q 320,000.00
2.6	Trazado del terreno	Jornales	7	Q 50.00	Q 350.00	Q 224,000.00
2.7	Ahoyado	Jornales	8	Q 50.00	Q 400.00	Q 256,000.00
2.8	Siembra de la planta	Jornales	11	Q 50.00	Q 550.00	Q 352,000.00
2.9	Traslado al campo	Jornales	4	Q 50.00	Q 200.00	Q 128,000.00
2.10	Limpias	Jornales	7	Q 50.00	Q 350.00	Q 224,000.00
2.11	Plateo	Jornales	3	Q 50.00	Q 150.00	Q 96,000.00
3	Manejo y protección de plantaciones forestales				Q 900.00	Q 576,000.00
3.1	Cuadrillas forestales	Jornales	5	Q 50.00	Q 250.00	Q 160,000.00
3.2	Equipo para el control de incendios forestales	Equipo	1	Q 600.00	Q 600.00	Q 384,000.00
3.3	Eventos de capacitación	Capacitación	1	Q 50.00	Q 50.00	Q 32,000.00
4	Asistencia técnica				Q 720.00	Q 460,800.00
4.1	Servicios Técnicos	Servicio	1	Q 600.00	Q 600.00	Q 384,000.00
4.2	Guardabosques	Servicio	1	Q 120.00	Q 120.00	Q 76,800.00
	TOTAL				Q 6,227.00	Q 3,985,280.00

Tabla 2. Presupuesto de establecimiento de plantaciones forestales para 640 Ha y 1 Ha proyectada para 6 años, en la microcuenca río Shusho, Chiquimula.

PRESUPUESTO DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES							
En quetzales/ 640 Ha.							
No.	Concepto	AÑO					
		1	2	3	4	5	6
1	Establecimiento de plantaciones forestales	Q 3,985,280.00					
1.1	Participación comunitaria	Q 192,000.00					
1.2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q 2,756,480.00					
1.3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 576,000.00					
1.4	Asistencia técnica	Q 460,800.00					
2	Mantenimiento de plantaciones forestales	Q 825,600.00	Q 825,600.00	Q 825,600.00	Q 825,600.00	Q 825,600.00	Q 825,600.00
2.1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 748,800.00	Q 748,800.00	Q 748,800.00	Q 748,800.00	Q 748,800.00	Q 748,800.00
2.2	Asistencia técnica	Q 76,800.00	Q 76,800.00	Q 76,800.00	Q 76,800.00	Q 76,800.00	Q 76,800.00
	TOTAL	Q 4,810,880.00	Q 825,600.00				
PRESUPUESTO DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES							
En quetzales/ 1 Ha.							
No.	Concepto	AÑO					
		1	2	3	4	5	6
1	Establecimiento de plantaciones forestales	Q 6,227.00					
1.1	Participación comunitaria	Q 300.00					
1.2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q 4,307.00					
1.3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 900.00					
1.4	Asistencia técnica	Q 720.00					
2	Mantenimiento de plantaciones forestales	Q 1,179.04	Q 1,179.04	Q 1,179.04	Q 1,179.04	Q 1,179.04	Q 1,179.04
2.1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 1,170.00	Q 1,170.00	Q 1,170.00	Q 1,170.00	Q 1,170.00	Q 1,170.00
2.2	Asistencia técnica	Q 9.04	Q 9.04	Q 9.04	Q 9.04	Q 9.04	Q 9.04
	TOTAL	Q 7,406.04	Q 1,179.04				

Tabla 3. Costos de mantenimiento para la reforestación de 640 Ha y 1 Ha, en la microcuenca río Shusho, Chiquimula.

COSTO DE MANTENIMIENTO DE PLANTACION FORESTAL						
En Quetzales / 640 Ha y 1 Ha						
No.	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total/ 1ha	Costo total/ 640 Ha.
1	Manejo y protección de plantaciones forestales				Q 1,170.00	Q 748,800.00
1.1	Pesticidas para control fitosanitario	Galón	1	Q 170.00	Q 170.00	Q 108,800.00
1.2	Prevención y control de incendios	Jornal	10	Q 50.00	Q 500.00	Q 320,000.00
1.3	Limpias	Jornal	7	Q 50.00	Q 350.00	Q 224,000.00
1.4	Plateo	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00	Q 96,000.00
2	Asistencia técnica				Q 120.00	Q 76,800.00
2.1	Guardabosques	Servicio	1	Q 120.00	Q 120.00	Q 76,800.00
	TOTAL				Q 1,290.00	Q 825,600.00

Anexo 18. Flujo de caja para el establecimiento, manejo y costos totales de 108 ha de reforestación por medio de sistemas agroforestales en las zonas de alto y muy alto potencial de recarga hídrica en la microcuenca río Shusho Chiquimula.

Tabla 1. Costos para la reforestación de 640 Ha, 108 Ha y 1 Ha en sistemas agroforestales, en la microcuenca río Shusho.

COSTO DE ESTABLECIMIENTO DE SISTEMA AGROFORESTAL							
En quetzales / 640 Ha, 108 Ha y 1 Ha							
No.	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo/ha	Costo/108 Ha.	Costo/640 Ha.
1	Participación de las comunidades en el proyecto				Q 220.00	Q 23,760.00	Q 140,800.00
1.1	Socialización de la actividad de reforestación	Actividad	1	Q 100.00	Q 100.00	Q 10,800.00	Q 64,000.00
1.2	Sencibilización comunitaria	Actividad	1	Q 120.00	Q 120.00	Q 12,960.00	Q 76,800.00
2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales				Q 1,400.00	Q 151,200.00	Q 896,000.00
2.1	Compra de pilones forestales (<i>Gravillea robusta</i>)	Unidad	50	Q 1.50	Q 75.00	Q 8,100.00	Q 48,000.00
2.2	Compra de pilones forestales (<i>Alnus jorullensis</i>)	Unidad	50	Q 1.50	Q 75.00	Q 8,100.00	Q 48,000.00
2.3	Compra de pilones forestales (<i>Glaricidia sepium</i>)	Unidad	50	Q 1.00	Q 50.00	Q 5,400.00	Q 32,000.00
2.4	Compra de pilones forestales (<i>Tabebuia rosea</i>)	Unidad	50	Q 1.00	Q 50.00	Q 5,400.00	Q 32,000.00
2.5	Rondas corta fuegos	Jornales	10	Q 50.00	Q 500.00	Q 54,000.00	Q 320,000.00
2.6	Trazado del terreno	Jornales	3	Q 50.00	Q 150.00	Q 16,200.00	Q 96,000.00
2.7	Ahoyado y siembra de la planta por hectarea	Jornales	2	Q 50.00	Q 100.00	Q 10,800.00	Q 64,000.00
2.8	Traslado al campo	Jornales	2	Q 50.00	Q 100.00	Q 10,800.00	Q 64,000.00
2.9	Limpias	Jornales	3	Q 50.00	Q 150.00	Q 16,200.00	Q 96,000.00
2.10	Plateo	Jornales	3	Q 50.00	Q 150.00	Q 16,200.00	Q 96,000.00
3	Manejo y protección de plantaciones forestales				Q 900.00	Q 97,200.00	Q 576,000.00
3.1	Cuadrillas forestales	Jornales	5	Q 50.00	Q 250.00	Q 27,000.00	Q 160,000.00
3.2	Equipo para el control de incendios forestales	Equipo	1	Q 600.00	Q 600.00	Q 64,800.00	Q 384,000.00
3.3	Eventos de capacitación	Capacitación	1	Q 50.00	Q 50.00	Q 5,400.00	Q 32,000.00
4	Asistencia técnica				Q 300.00	Q 32,400.00	Q 192,000.00
4.1	Servicios técnicos	Servicio	1	Q 300.00	Q 300.00	Q 32,400.00	Q 192,000.00
	TOTAL				Q 2,820.00	Q 304,560.00	Q 1,804,800.00

Tabla 2. Presupuesto de establecimiento de SAF para 640 Ha y 108 Ha proyectada para 6 años, en la microcuenca río Shusho, Chiquimula

PRESUPUESTO DE ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES							
En quetzales / 640 Ha.							
No.	Concepto	AÑO					
		1	2	3	4	5	6
1	Restablecimiento de plantaciones forestales	Q 1,804,800.00					
1.1	Participación comunitaria	Q 140,800.00					
1.2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q 896,000.00					
1.3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 576,000.00					
1.4	Asistencia técnica	Q 192,000.00					
2	Mantenimiento de plantaciones forestales	Q 620,800.00	Q 620,800.00	Q 620,800.00	Q 620,800.00	Q 620,800.00	Q 620,800.00
2.1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 620,800.00	Q 620,800.00	Q 620,800.00	Q 620,800.00	Q 620,800.00	Q 620,800.00
	TOTAL	Q 2,425,600.00	Q 620,800.00				
PRESUPUESTO DE ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES							
En quetzales / 108 Ha.							
No.	Concepto	AÑO					
		1	2	3	4	5	6
1	Restablecimiento de plantaciones forestales	Q 304,560.00					
1.1	Participación comunitaria	Q 23,760.00					
1.2	Establecimiento y manejo de plantaciones forestales	Q 151,200.00					
1.3	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 97,200.00					
1.4	Asistencia técnica	Q 32,400.00					
2	Mantenimiento de plantaciones forestales	Q 104,760.00	Q 104,760.00	Q 104,760.00	Q 104,760.00	Q 104,760.00	Q 104,760.00
2.1	Manejo y protección de plantaciones forestales	Q 104,760.00	Q 104,760.00	Q 104,760.00	Q 104,760.00	Q 104,760.00	Q 104,760.00
	TOTAL	Q 409,320.00	Q 104,760.00				

Tabla 3. Costos de mantenimiento para SAF de 640 Ha 108 Ha y 1 Ha, en la microcuenca del río Shusho, Chiquimul

COSTO DE MANTENIMIENTO DE SAF En Quetzales/ 1 Ha, 180 Ha y 640 Ha.							
No.	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	Costo/ 108 Ha.	Costo/ 640 Ha.
1	Manejo y protección de plantaciones forestales				Q 970.00	Q 104,760.00	Q 620,800.00
1.1	Monitoreo fitosanitario en plantaciones forestales	Galón	1	Q 170.00	Q 170.00	Q 18,360.00	Q 108,800.00
1.2	Prevención y control de incendios	Jornal	10	Q 50.00	Q 500.00	Q 54,000.00	Q 320,000.00
1.3	Limpias	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00	Q 16,200.00	Q 96,000.00
1.4	Plateo	Jornal	3	Q 50.00	Q 150.00	Q 16,200.00	Q 96,000.00
	TOTAL				Q 970.00	Q 104,760.00	Q 620,800.00