

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TESIS DE GRADO

TEMA:

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE
CONSUMO HUMANO, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
PURIFICADOR SOLAR EN UNA VIVIENDA DEL BARRIO LA MERCED,
PROVINCIA DE PICHINCHA, PERIODO 2014-2015”

**Trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingenieras en
Medio Ambiente**

Postulantes: Cruz Nieto Ana Gabriela
Días Días Liliana Salomé

Director: Ing. Renán Lara Landázuri


Latacunga – Ecuador

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, **CRUZ NIETO ANA GABRIELA** y **DÍAS DÍAS LILIANA SALOMÉ**, declaramos que el trabajo descrito es de nuestra autoría y que no ha sido presentado en ninguna calificación profesional; y que hemos consultado en diferentes fuentes bibliográficas que se incluyen en este documento, por lo que nos responsabilizamos. Mediante la presente declaración cedemos nuestro derecho de propiedad intelectual a lo desarrollado en éste trabajo, a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, para su correspondiente difusión con fines académicos e investigativos.

POSTULANTES:



Cruz Nieto Ana Gabriela
C.I. 172404258-3



Días Días Liliana Salomé
C.I. 050386299-7

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Renán Lara Landázuri, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente Tesis de Grado: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PURIFICADOR SOLAR EN UNA VIVIENDA DEL BARRIO LA MERCED, PROVINCIA DE PICHINCHA, PERIODO 2014-2015”**, de autoría de las Señoritas Cruz Nieto Ana Gabriela y Días Días Liliana Salomé de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente **CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente realizado las correcciones emitidas por el Tribunal de Tesis. Por tanto Autorizo la presentación de éste empastado, mismo que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, vigente.



Ing. Renán Lara L.
DIRECTOR DE TESIS



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

LATACUNGA – COTOPAXI – ECUADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis de las Señoritas postulantes: **Cruz Nieto Ana Gabriela** y **Días Días Liliana Salomé** con el Tema: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PURIFICADOR SOLAR EN UNA VIVIENDA DEL BARRIO LA MERCED, PROVINCIA DE PICHINCHA, PERIODO 2014-2015”**, se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Oscar Daza

Presidente del Tribunal

Dr. Efraín Cayo

Opositor del Tribunal

Ing. Ivonne Endara

Miembro del Tribunal



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por las Señoritas egresadas de la Carrera de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **CRUZ NIETO ANA GABRIELA** y **DÍAS DÍAS LILIANA SALOMÉ**, cuyo título versa “**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PURIFICADOR SOLAR EN UNA VIVIENDA DEL BARRIO LA MERCED, PROVINCIA DE PICHINCHA, PERIODO 2014-2015**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio del 2015

Atentamente,

Lic. Lidia Rebeca Yugla Lema

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 050265234-0

AGRADECIMIENTO

Nada hay que nos pueda impedir elevarnos y mejorarnos, y nadie puede detener nuestro progreso más que nosotros mismos. *Hamblin*

Agradecemos a Dios, por darnos sabiduría, fuerza y constancia para superar obstáculos y culminar nuestro estudio Universitario con éxito.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por ser una excelente institución que nos permitió formarnos como profesionales con una visión emprendedora bajo los lineamientos éticos.

Nuestro agradecimiento a los docentes que día a día compartieron con nosotros sus acertados conocimientos con tolerancia y paciencia orientándonos en el camino profesional.

Al Barrio la Merced de la Parroquia de Tambillo, por darnos la apertura necesaria para la realización del presente trabajo investigativo.

Ana Gabriela Cruz Nieto

Liliana Salomé Días Días

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida y ser mi guía en cada paso que he dado iluminando mis pensamientos para superar dificultades y con fortaleza salir adelante cumpliendo mi sueño de ser una profesional.

A mi madre Betty Esperanza

Por su apoyo incondicional y ser el pilar fundamental en mi vida, que ha sabido brindarme su amor, paciencia y dedicación siempre motivándome a superarme día a día demostrando valores para ser una mujer de bien.

A mi familia

Por estar junto a mí apoyándome en el transcurso de mi vida académica y personal, también a todos que de alguna manera estuvieron vinculados en la culminación de éste logro.

Ana Gabriela Cruz Nieto

DEDICATORIA

El proyecto cristalizado en este documento dedico a Dios, por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo en todo momento, por la fuerza espiritual, por haber puesto en mi camino aquellas personas valiosas que me han ayudado en todo el periodo universitario.

De igual manera a toda mi familia especialmente a mis padres Olga Días y Renato Días por inculcarme valores éticos y morales, por ser el pilar fundamental en toda mi vida estudiantil y por demostrarme su incondicional apoyo en todo momento.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Liliana Salomé Días Días

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	IV
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
DEDICATORIA.....	VIII
RESUMEN.....	XX
ABSTRACT.....	XXII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
IV. JUSTIFICACIÓN.....	6
V. OBJETIVOS.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
CAPITULO I.....	9
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
1.1. ANTECEDENTES.....	9
1.2. MARCO TEÓRICO.....	11
1.2.1. El Agua.....	11
1.2.1.1. Definición.....	11
1.2.1.2. Importancia del Agua.....	11
1.2.1.3. Ciclo Hidrológico.....	13
1.2.1.4. Propiedades del Agua.....	15
a) Propiedades Físicas.....	15
b) Propiedades Químicas.....	16

c) Propiedades Microbiológicas	18
1.2.1.5. Distribución del Agua en la Naturaleza.....	19
1.2.1.6. Usos del Agua	21
1.2.1.7. Acuíferos como fuentes de Agua de Consumo Humano.....	22
a) Definición.....	22
b) Tipos de Acuíferos	23
1.2.2. Contaminación del Agua.....	25
1.2.2.1. Definición	25
1.2.2.2. Fuentes de Contaminación del Agua.....	26
1.2.2.3. Tipos de Contaminación del Agua	28
1.2.2.4. Fuentes de Contaminación de los Acuíferos	30
1.2.2.5. Principales tipos de contaminantes Microbiológicos del Agua de Consumo Humano	32
a) Protozoos.....	33
b) Bacterias	34
c) Virus.....	35
1.2.2.6. Características de los patógenos Microbiológicos del Agua de Consumo Humano	37
1.2.3. Purificador Solar	40
1.2.3.1. Definición	40
1.2.3.2. Características del Purificador Solar Común	40
1.2.3.3. Partes del Purificador Solar común de Agua de Consumo Humano	42
1.2.3.4. Funcionamiento básico del Purificador Solar.....	43
1.2.3.5. Desinfección Microbiológica proporcionada por el Purificador solar y luz UV	44
a) Acción del Sol.....	44
b) Aplicación de luz Ultravioleta	45
1.2.3.6. Factor clima en el proceso de Purificación Solar	47
1.2.3.7. Tipos de Purificadores Solares	49
a) Purificador solar común tipo Caja.....	49
b) Purificador solar Solvatten.....	49

c)	Purificador solar Portátil	50
d)	Purificador solar tipo horno Eliodoméstico	50
e)	Purificador solar de Piscinas	50
1.2.4.	Normativa Vigente	51
1.2.4.1.	Normativa Nacional	51
a)	Constitución Política del Ecuador	51
b)	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN - 1 108:2011 Cuarta revisión	52
c)	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:1998 Calidad de Agua, Muestreo, Técnicas de Muestreo	54
d)	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:1998 Calidad del Agua, Muestreo, Manejo y conservación de muestras	56
e)	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA)	57
f)	Ley de Agua	59
1.2.4.2.	Normativa Internacional	60
a)	Estándares de la calidad del Agua Potable según la OMS	60
1.3.	MARCO REFERENCIAL	64
CAPITULO II		68
2.	APLICACIÓN METODOLÓGICA	68
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	68
2.1.1.	Ubicación	68
2.1.2.	Límites	69
2.1.3.	Medio Físico	69
2.1.4.	Medio Biótico	70
2.1.5.	Sistema de Agua Potable del Barrio la Merced	70
2.1.5.1.	Antecedentes del Sistema	70
2.1.5.2.	Demanda Hídrica	71
2.1.5.3.	Concesión de Agua al Barrio la Merced	71
2.1.5.4.	Descripción del sistema de Agua Potable del Barrio la Merced .	72
a)	Fuentes de Abastecimiento	72
b)	Tanque de Almacenamiento	74

c)	Desarenadores	75
d)	Tanque de Cloración y dosificación.....	79
e)	Conducción y empate a la Red de Distribución	84
2.1.5.5.	Funcionamiento y mantenimiento del Sistema de Agua Potable del Barrio la Merced.....	85
2.1.5.6.	Dotación y cobro a usuarios del Agua Potable del Barrio la Merced	86
2.2.	DISEÑO METODOLÓGICO	87
2.2.1.	Tipo de Investigación.....	87
2.2.1.1.	Investigación Bibliográfica	87
2.2.1.2.	Investigación de Campo	87
2.2.1.3.	Investigación Descriptiva	88
2.2.1.4.	Investigación Analítica.....	88
2.2.1.5.	Investigación Cuantitativa.....	89
2.2.1.6.	Investigación Cualitativa.....	89
2.2.2.	Metodología	90
2.2.3.	Unidad de estudio.....	90
2.2.3.1.	Muestra.....	90
2.2.4.	Métodos y Técnicas.....	91
2.2.4.1.	Métodos	91
a)	Método Científico	91
b)	Método Deductivo.....	91
c)	Método Analítico	92
2.2.5.	Descripción Metodológica del antes y después de la Implementación del Purificador Solar y Lámpara UV	94
2.2.5.1.	Primera fase: Muestreo para la determinación de la Calidad Microbiológica del Agua de Consumo Humano	94
a)	Reconocimiento y recorrido del Área de Estudio	94
b)	Identificación de Puntos de Muestreo	94
c)	Determinación de los Puntos de Muestreo.....	94
d)	Materiales de Muestreo	95
e)	Toma de Muestras	96

f)	Identificación de las muestras	98
g)	Conservación y transporte de las muestras	98
2.2.5.2.	Segunda fase: Diseño, armado, funcionamiento del Purificador Solar y Lámpara UV y Muestreo del agua tratada mediante éste sistema	98
a)	Diseño del Purificador Solar y Lámpara UV	99
b)	Materiales para la construcción del Purificador Solar y Lámpara UV	105
c)	Armado del Purificador Solar y Lámpara UV	105
d)	Funcionamiento del Purificador Solar y Lámpara UV	114
e)	Toma de muestras en día soleado y parcialmente soleado.....	119
2.2.5.3.	Clima en el proceso de purificación Solar.....	121
CAPITULO III.....		122
3.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SOCIALIZACIÓN.....	122
3.1.	FASE 1: RESULTADOS DEL TANQUE DE CAPTACIÓN Y GRIFO DE AGUA ...	122
3.1.1.	Resultados obtenidos del análisis microbiológico correspondiente al tanque de captación de las dos vertientes de agua del Barrio la Merced.....	122
3.1.1.1.	Explicación cuantitativa	122
3.1.1.2.	Explicación Cualitativa	123
3.1.2.	Resultados obtenidos del análisis microbiológico correspondiente al grifo de agua tomado en una vivienda del Barrio la Merced.....	123
3.1.2.1.	Explicación Cuantitativa	123
3.1.2.2.	Explicación Cualitativa	124
3.1.3.	Comparación con la norma INEN 1108:2011 de los resultados obtenidos del análisis microbiológico correspondiente al grifo de agua y tanque de captación del Barrio la Merced	124
3.1.3.1.	Explicación Cuantitativa	125
3.1.3.2.	Explicación Cualitativa	125
3.2.	FASE 2: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL PURIFICADOR SOLAR Y LÁMPARA UV	126
3.2.1.	Resultados obtenidos en día soleado.....	127
3.2.1.1.	Explicación Cuantitativa	127

3.2.1.2.	Explicación Cualitativa	128
3.2.2.	Resultados obtenidos en el día parcialmente soleado	129
3.2.2.1.	Explicación Cuantitativa	129
3.2.2.2.	Explicación Cualitativa	130
3.2.3.	Efectividad de desinfección del Purificador Solar y Lámpara UV	131
3.2.3.1.	Explicación Cuantitativa para día Soleado y Parcialmente Soleado	132
3.2.3.2.	Explicación Cualitativa para día Soleado y Parcialmente Soleado ..	134
3.2.4.	Comparación con la norma INEN 1108:2011 de los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos correspondientes al día soleado y parcialmente soleado.....	135
3.2.4.1.	Explicación cuantitativa para día soleado y parcialmente soleado ..	136
3.2.4.2.	Explicación cualitativa para día soleado y parcialmente soleado ..	138
3.2.5.	Nivel de descontaminación microbiológica de Coliformes totales del agua de consumo humano del Barrio la Merced en día soleado.....	139
3.2.5.1.	Explicación gráfica del nivel de descontaminación microbiológica de Coliformes Totales en día soleado y parcialmente soleado	139
3.2.5.2.	Explicación cualitativa del nivel de descontaminación microbiológica de Coliformes Totales en día soleado y parcialmente soleado	140
3.2.6.	Análisis de Viabilidad del proyecto	141
3.2.6.1.	Explicación Cuantitativa	142
3.2.6.2.	Explicación Cualitativa	143
3.2.7.	Ventajas y limitaciones del Purificadores Solar- Lámpara UV	145
3.2.7.1.	Ventajas	145
3.2.7.2.	Limitaciones	146
3.3.	SOCIALIZACIÓN	148
3.3.1.	Introducción	148
3.3.2.	Objetivo de la Socialización.....	149

3.3.3.	Justificación de la Socialización	149
3.3.4.	Desarrollo de la Socialización.....	150
3.3.4.1.	Descripción del proceso de socialización del tema de tesis ejecutado en el Barrio la Merced de la Provincia de Pichincha.....	150
3.4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
3.4.1.	Conclusiones	153
3.4.2.	Recomendaciones.....	155
3.5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	157
3.5.1.	Bibliografía Citada	157
3.5.2.	Bibliografía Consultada	159
3.5.3.	Tesis	160
3.5.4.	Legislación	161
3.5.5.	Lincografía	162
3.6.	ANEXOS.....	164
	ANEXO 1. TRASPASO DE CONCESIÓN DE AGUA A LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL BARRIO LA MERCED OTORGADA POR SENAGUA.....	164
	ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL TRABAJO INVESTIGATIVO.....	165
	ANEXO 3. MUESTREO PERTENECIENTE A LA FASE 1 DEL TRABAJO INVESTIGATIVO	166
	ANEXO 4. FASE 1: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL TANQUE DE CAPTACIÓN.....	167
	ANEXO 5. FASE 1: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL GRIFO DE AGUA.....	168
	ANEXO 6. FUNCIONAMIENTO Y MUESTREO PERTENECIENTE A LA FASE 2 DEL TRABAJO INVESTIGATIVO	169
	ANEXO 7. FASE 2: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA EVAPORADA EN DÍA SOLEADO.....	170
	ANEXO 8. FASE 2: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTES AL AGUA SIN EVAPORAR EN DÍA SOLEADO	171

ANEXO 9. FASE 2: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA TRATADA CON LUZ UV EN DÍA SOLEADO	172
ANEXO 10. FASE 2. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA EVAPORADA EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO	173
ANEXO 11. FASE 2. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA SIN EVAPORAR EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO.....	174
ANEXO 12. FASE 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA TRATADA CON LUZ UV EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO.....	175
ANEXO 13. PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE LA TESIS EN EL BARRIO LA MERCED	176
ANEXO 14. ACTA DE SOCIALIZACIÓN DE LA TESIS EFECTUADA EN EL BARRIO LA MERCED DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA	177

ÍNDICE DE TABLAS

N°	CONTENIDO	PÁG.
TABLA N° 1.	FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	26
TABLA N° 2.	PATÓGENOS POR AGUA/ IMPORTANCIA PARA LA SALUD Y RUTAS DE TRANSMISIÓN.....	35
TABLA N° 3.	RESISTENCIA TÉRMICA DE MICROORGANISMOS EN LA DESINFECCIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO	47
TABLA N° 4.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	52
TABLA N° 5.	NÚMERO DE UNIDADES A TOMARSE DE ACUERDO A LA POBLACIÓN SERVIDA.....	53
TABLA N° 6.	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMI HUMANO Y USO DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL.....	58
TABLA N° 7.	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO QUE ÚNICAMENTE REQUIERAN DESINFECCIÓN	59
TABLA N° 8.	VALORES DE REFERENCIA PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA ^A	62
TABLA N° 9.	DATOS PERTENECIENTES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA SOLEADO - PURIFICADOR SOLAR.....	115
TABLA N° 10.	DATOS CORRESPONDIENTES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA SOLEADO – LÁMPARA UV	116
TABLA N° 11.	DATOS CORRESPONDIENTES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO - PURIFICADOR SOLAR	117
TABLA N° 12.	DATOS CORRESPONDIENTES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA SOLEADO – LÁMPARA UV	118
TABLA N° 13.	RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO - TANQUE DE CAPTACIÓN	122

TABLA N° 14. RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO - GRIFO DE AGUA	123
TABLA N° 15. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL TANQUE DE CAPTACIÓN, GRIFO DE AGUA CON LA NORMATIVA INEN 1108:2011.	125
TABLA N° 16. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS CORRESPONDIENTE AL DÍA SOLEADO	127
TABLA N° 17. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS CORRESPONDIENTE AL DÍA PARCIALMENTE SOLEADO	129
TABLA N° 18. EFECTIVIDAD DE DESINFECCIÓN: PURIFICADOR SOLAR – LÁMPARA UV EN DÍA SOLEADO	132
TABLA N° 19. EFECTIVIDAD DE DESINFECCIÓN: PURIFICADOR SOLAR – LÁMPARA UV EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO.....	133
TABLA N° 20. RESULTADOS OBTENIDOS EN DÍA SOLEADO Y NORMATIVA INEN 1108:2011	136
TABLA N° 21. RESULTADOS OBTENIDOS EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO Y NORMATIVA INEN 1108:2011	137
TABLA N° 22. COMPARACIÓN DEL COSTO INICIAL ENTRE EL AGUA TRATADA CON LUZ SOLAR - LÁMPARA UV Y AGUA EMBOTELLADA	142
TABLA N° 23. COMPARACIÓN DE COSTOS GENERALES ESTIMADOS PARA DIEZ AÑOS	143

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	CONTENIDO	PÁG.
GRÁFICO N° 1.	CICLO HIDROLÓGICO.....	14
GRÁFICO N° 2.	PÉRDIDA DE ENERGÍA SOLAR.....	48
GRÁFICO N° 3.	ÁREA DE ESTUDIO	69
GRÁFICO N° 4.	PRIMER AFLORAMIENTO DE AGUA.....	72
GRÁFICO N° 5.	SEGUNDO AFLORAMIENTO DE AGUA	73
GRÁFICO N° 6.	UNIÓN DE LAS DOS VERTIENTES DE AGUA.....	74
GRÁFICO N° 7.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	75
GRÁFICO N° 8.	DESARENADOR 1 EN FUNCIONAMIENTO.....	79
GRÁFICO N° 9.	DESARENADOR 2 EN MANTENIMIENTO.....	79
GRÁFICO N° 10.	TANQUE DE CLORACIÓN.....	80
GRÁFICO N° 11.	DOSIFICADOR DE CLORO PROVITAB 3	81
GRÁFICO N° 12.	DOSIFICACIÓN INCORRECTA.....	82
GRÁFICO N° 13.	DOSIFICACIÓN DE CLORO CORRECTA	82
GRÁFICO N° 14.	ESQUEMA HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO LA MERCED.....	85
GRÁFICO N° 15.	ESTRUCTURA BASE DEL PURIFICADOR.....	107
GRÁFICO N° 16.	SOPORTE DEL PURIFICADOR	108
GRÁFICO N° 17.	CHAROLA DE ACERO INOXIDABLE	109
GRÁFICO N° 18.	ÁREA DE CONDENSACIÓN.....	110
GRÁFICO N° 19.	CONDUCTO RECOLECTOR DE AGUA.....	111
GRÁFICO N° 20.	VISTA EXTERNA FRONTAL – LATERAL Y POSTERIOR DEL PURIFICADOR SOLAR.....	111
GRÁFICO N° 21.	VISTA INTERNA FRONTAL Y LATERAL DEL PURIFICADOR SOLAR	112
GRÁFICO N° 22.	LÁMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA.....	112
GRÁFICO N° 23.	CAJA DE VIDRIO Y LÁMPARA DE LUZ UV	113
GRÁFICO N° 24.	VISTA FRONTAL DE LA CAJA Y LÁMPARA UV.....	114

TEMA

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PURIFICADOR SOLAR, EN UNA VIVIENDA DEL BARRIO LA MERCED, PROVINCIA DE PICHINCHA, PERÍODO 2014 – 2015”

AUTORAS: ANA GABRIELA CRUZ NIETO
LILIANA SALOMÉ DÍAS DÍAS

RESUMEN

La afectación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano se ve influenciada por factores naturales y antrópicos, que se ve reflejado en la contaminación de ríos, lagos y acuíferos que constituyen una fuente de abastecimiento.

El presente trabajo investigativo se efectuó en dos fases cuyos análisis se enviaron al Laboratorio de Microbiología de la UCE: en la Fase N° 1 se determinó la calidad microbiológica del agua de consumo humano del Barrio la Merced, donde se obtuvo 9.3×10^4 ufc/100 ml de Coliformes Totales pertenecientes al tanque de captación de agua, y 4.3×10^4 ufc/100 ml de Coliformes totales perteneciente al grifo de agua, los resultados no cumplen con la norma INEN 1108:2011. Fase N° 2, se implementó en una vivienda el sistema domiciliario de purificación solar del agua acompañado del tratamiento complementario de la lámpara UV, en el día soleado se disminuyó la contaminación de Coliformes Totales en el agua evaporada a 1.5×10^4 ufc/100 ml y en el agua que fue expuesta al sol pero que no se evaporó a 3.2×10^4 ufc/100 ml, en el día parcialmente soleado se disminuyó en el agua evaporada a 3.0×10^4 ufc/100 ml y en el agua no evaporada a 4.0×10^4

ufc/100, por lo cual se aplicó la lámpara UV para ambos casos obteniendo $<10^4$ ufc/100 ml de Coliformes Totales cumpliendo con la normativa INEN 1108:2011.

Finalmente se realizó la socialización del proyecto donde los moradores manifestaron el interés por la aplicación del purificador solar y lámpara UV, debido a su buena factibilidad.

THEME:

"MICROBIOLOGICAL QUALITY DETERMINATION OF HUMAN CONSUMPTION WATER, FOR INSTALLATION OF A SOLAR CLEANER AT A HOME OF - LA MERCED - NEIGHBOURHOOD, PICHINCHA PROVINCE, IN 2014 - 2015"

AUTHORESS: ANA GABRIELA CRUZ NIETO

LILIANA SALOMÉ DÍAS DÍAS

ABSTRACT

The microbiological quality affectation of human consumption water is influenced by natural and anthropogenic factors, which is reflected in the rivers, lakes and aquifers pollution that are a source of supply.

This research was effectuated in two phases whose analyzes were sent to the ECU Microbiology Laboratory: in Phase N° 1 was determined the water microbiological quality for human consumption of La Merced neighbourhood, where was obtained 9.3×10^4 cfu/100 ml of Total Coliform belongings to water collection tank, and 4.3×10^4 cfu/100 ml of Total Coliforms belonging to water of tap, the results do not comply with the standard INEN 1108: 2011. Phase N° 2, In a home, the domiciliary system of solar purification water was implemented by complementary treatment of UV lamp; in the sunny day the pollution was decreased in the water evaporated to 1.5×10^4 cfu/100 ml and the water that was exposed to the sun but not evaporated to 3.2×10^4 cfu/100 ml in the partly sunny day the pollution was decreased in the water evaporated to 3.0×10^4 cfu/100 ml and water not evaporated to 4.0×10^4 cfu/100, so that the UV lamp was applied to

both cases obtaining $< 10^4$ cfu/100 ml of Total Coliform complying with the standard INEN 1108 : 2011.

At the ending, the project socialization was done, where residents expressed interest in the installation of a solar purifier, and UV lamp, due to its good feasibility

I. INTRODUCCIÓN

El Barrio la Merced se encuentra ubicado en la Parroquia de Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, con lotes de terreno desmembrados de la hacienda la Merced, en lo referente al sistema de agua potable del barrio se fundó en el 2004, en ese entonces bajo la presidencia del Sr. Gerardo Arias.

Actualmente la Junta Administradora de Agua Potable del Barrio la Merced se encuentra bajo la presidencia del Sr. Manuel Pastrano, cuyas fuentes de abastecimiento proviene de dos vertientes de agua que nacen en el predio el Chaparral y que actualmente forma parte de la hacienda Tambillo Alto, de propiedad del Dr. Ricardo Izurieta Mora Bowen, el recurso hídrico es proporcionado a alrededor de 212 viviendas y el resto son lotes de terreno destinados para el cultivo.

En la presente investigación se expresa la problemática existente en lo que respecta a la contaminación microbiológica del agua de consumo humano del Barrio la Merced, la misma que tiene incidencia en la calidad de vida de los moradores, actualmente a escala mundial es importante iniciar con alternativas de tratamiento del recurso hídrico a nivel microbiológico.

Para un mejor entendimiento de la estructura correspondiente a la presente investigación se establecen III capítulos sistemáticamente constituidos que a continuación se detallan.

En el Capítulo I se estableció la fundamentación teórica como base para el inicio en el proceso de investigación, la misma que consta de las siguientes categorías fundamentales: el agua, contaminación del agua, purificador solar y normativa vigente, siendo los principales elementos.

En el Capítulo II se hace referencia a la aplicación metodológica de la investigación como pilar fundamental en el direccionamiento sistemático, claro, preciso y lógico de las metodologías con el propósito de encontrar los elementos claves para el desarrollo investigativo desde el muestreo, diseño, armado e implementación del purificador solar y lámpara UV en una vivienda del Barrio la Merced como alternativa de tratamiento microbiológico del agua que se utiliza para beber a nivel doméstico.

Finalmente en el Capítulo III, se establece los resultados obtenidos del antes y después de la implementación del purificador solar y lámpara UV, realizando la correspondiente descripción cuantitativa y cualitativa de los patógenos microbiológicos encontrados en los análisis de laboratorio, a su vez la comparación con los límites máximos permisibles que establece la normativa INEN 1108:2011 y finalmente la respectiva socialización a los moradores del Barrio la Merced de los resultados obtenidos, otorgando una opción de tratamiento microbiológico del agua que es utilizada para beber diariamente evitando la compra de agua embotellada.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El deterioro de la calidad del recurso hídrico como es el caso de los acuíferos, que en su mayoría proporcionan agua para el consumo humano se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial, ya que la mayoría de la población en el mundo se abastece de ésta, pues su afectación principalmente microbiológica se origina tanto de factores naturales que depende del tipo de suelo a través del cual se infiltra y de la formación geológica del lugar, así mismo de factores antrópicos como lo establece en el año 2009, el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas en el Decenio Internacional para la acción denominado el Agua Fuente de Vida, en donde la expansión de la actividad industrial utiliza el 20% del agua mundial, la agrícola el 70% , el crecimiento de la población humana que le corresponde el 10% en el uso doméstico, además se presentan los botaderos de basura, los sitios de almacenamiento de combustibles y materiales nocivos, que son las principales causas de éste deterioro.

En el Ecuador, el agua cruda representada por los acuíferos constituye una fuente mayoritaria de abastecimiento a la población, siendo uno de los principales problemas el manejo inadecuado de las vertientes de agua que se encuentran diseminadas a lo largo y ancho de todo el territorio nacional, un ejemplo de las mismas son los que se encuentran en zonas densamente pobladas, como Pichincha y Guayaquil, expuesto en el año 2010 por la Fundación COASTMAN Ecuador, pues existen hoy en día, muchas actividades humanas que apresuran su contaminación, siendo estos, vertidos de residuos urbanos o industriales, como consecuencia de una inadecuada ubicación de éstos; infiltraciones de aguas residuales, entre otros vertidos en la superficie sin ningún control, haciendo el problema cada vez más latente, la provincia de Pichincha es una de las más pobladas a nivel nacional, y cada uno de sus cantones se abastece en gran

porcentaje de las aguas de los acuíferos, ya que son muchas veces más aptas para el consumo humano que las que se encuentran en la superficie como los ríos.

En el Cantón Mejía existen acuíferos que suministran el recurso hídrico a la mayor parte de sus pobladores, existen tres muy representativos, el primero es alimentado directamente por las quebradas del volcán Corazón, un segundo acuífero que es de propiedad de Adelca, y el último que corresponde a las vertientes naturales de agua en el sector de Gütig y Püichig, ambos relacionados con la escorrentía del río San Pedro, en lo referente al Barrio la Merced se abastece de dos afloramientos de agua, ubicados a 2 km de distancia del asentamiento de su población y alrededor del mismo se encuentran industrias, plantaciones agrícolas que afectan el agua, la realidad de este sector es notoria, en referencia a la calidad microbiológica del recurso hídrico que utilizan para su consumo. Hasta la actualidad, la atención a las demandas sociales de la población del barrio no ha sido cubierta, siendo la más relevante el agua destinada para beber por lo que se ven obligados a comprar agua embotellada.

III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Los factores naturales y antrópicos generan contaminación, alterando la calidad microbiológica del agua de consumo humano del Barrio la Merced de la Parroquia de Tambillo?

IV. JUSTIFICACIÓN

Debido a la problemática descrita anteriormente se aplicó una alternativa eficiente, simple, de bajo costo, ambientalmente sostenible y que reduce las enfermedades provocadas por el consumo de agua contaminada microbiológicamente, por tal motivo la presente investigación contempla diseñar un purificador solar de desinfección microbiológica para el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano a nivel doméstico, y a posterior su correspondiente implementación acompañado de un sistema complementario de esterilización por radiación (UV), el cual es un método de desinfección para tratar agua contaminada por patógenos microbiológicos, dando una opción a cada familia para que pueda tratar su propia agua utilizada para beber en su consumo diario mediante la instalación de un purificador solar en sus casas evitando la compra de agua embotellada.

A nivel social los beneficiarios de la presente investigación son los moradores del Barrio la Merced, pues se entregará datos actualizados de los parámetros indicadores de la calidad del agua de consumo humano de la cual se abastecen, además de una alternativa de desinfección microbiológica del líquido empleado para beber como es el depurador solar y lámpara UV, con su correspondiente análisis de laboratorio que permitirá evidenciar la optimización de la calidad del agua.

A nivel ambiental, se estableció una alternativa de tratamiento que sea amigable con el ambiente como es el caso de la utilización de energía solar, un recurso renovable, del cual disponemos a nivel mundial y que sea aprovechado de manera propicia en el beneficio de una sociedad a través del mejoramiento de la calidad del líquido vital.

El presente trabajo resultó ser viable pues se llevó a cabo satisfactoriamente gracias al apoyo e interés de los moradores del barrio y factible, ya que constituye un proyecto que se puede aplicar a nivel doméstico, mediante el empleo de energía solar, otorgándoles una opción realizable enfocada en el mejoramiento del agua para su consumo, además se constituirá como fuente de consulta para el desarrollo de investigaciones posteriores, con el propósito de contribuir en el beneficio de toda una sociedad, manteniendo un recurso hídrico de calidad para presentes y futuras generaciones.

V. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad microbiológica del agua de consumo humano mediante el muestreo y análisis de laboratorio, para la implementación de un purificador solar como alternativa de tratamiento del agua en una vivienda del Barrio la Merced, Provincia de Pichincha, periodo 2014 – 2015.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar la situación actual de la calidad del agua de consumo humano del Barrio la Merced mediante el correspondiente análisis microbiológico.
2. Diseñar un purificador solar basado en el volumen de agua que una familia utiliza para beber diariamente, con el objeto de realizar el correspondiente tratamiento a los indicadores presentes en los resultados obtenidos del análisis microbiológico de laboratorio.
3. Implementar el purificador solar y lámpara UV en una vivienda del Barrio la Merced como alternativa de tratamiento microbiológico del líquido vital empleado para beber, con la posterior socialización a los moradores de los resultados obtenidos.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Antecedentes

En el año 2000 fundación SOLAQUA en Kenya, realizó un estudio de desinfección solar del agua de consumo humano entre 206 niños de 5 a 16 años de edad donde se redujo el número de casos nuevos de diarrea, durante el período de cuatro meses del estudio, el número de casos en familias que aplicaban la desinfección solar fue 10% menor que en familias que no usaban el método. Otro estudio entre niños de Kenya menores de 5 años mostró una reducción similar de 16% en las enfermedades diarreicas entre los usuarios del método de desinfección solar durante un período de observación de un año.

Environmental Concern (EC), en Khon Kaen, Tailandia 2000, seleccionó dos localidades que usaban agua de lluvia como su fuente de agua cruda. Durante la manipulación para retirar el agua de lluvia de las vasijas, es muy probable que el agua se contamine. Durante la primera fase del proyecto, la desinfección solar sólo pudo incrementar el porcentaje de muestras no contaminadas de 59% (muestras de agua cruda sin contaminación fecal) a 78% (muestras de agua tratada aplicando el método sin contaminación fecal). Durante el segundo período de prueba, sólo el 33% de las muestras de agua sin tratar estaban libres de coliformes fecales, mientras que el número de muestras no contaminadas se elevó a 93% en el caso del agua SODIS, (desinfección solar).

En lo que respecta al Ecuador se realizó en Quito, en el mes de julio del 2001, gracias a la participación del gobierno y ONGs, para lo cual varios participantes se dividieron en dos grupos: el grupo 1, usó agua cruda del grifo de la comunidad de Amaguaña; el grupo 2, usó agua de manantial mezclada con agua del río San Pedro. La turbiedad de ambas aguas estaba por debajo de 5 UNT lo cual es favorable para la aplicación de la desinfección solar, el tiempo empleado fue desde las 8:30 a.m. hasta las 4 p.m. es decir, un día totalmente soleado en la cual la radiación UV-A fue suficiente para desinfectar en un 99.6% éste recurso hídrico haciéndola apta para el consumo humano, además de otorgar una importante opción de desinfección microbiológica del agua.

Ya en el año 2002 en Mizque, Bolivia se introdujo desinfección solar, en la que se realizó un estudio de impacto sobre la salud cuyo objetivo fue medir la efectividad de la desinfección solar de agua en la disminución de enfermedades gastrointestinales. Se trabajó con 18 comunidades rurales, la promoción se realizó por medio de talleres participativos, visitas, motivaciones mensuales a los domicilios y campañas escolares. La evaluación del impacto en la salud se realizó mediante monitoreo semanal de diarreas, entrevistas con 271 madres de familia de niños menores de 5 años, además de campañas de monitoreo de calidad de aguas en recipientes de domicilios. Los principales resultados fueron que: Los niños de familia que aplicaban frecuentemente del método SODIS (Desinfección Solar) sufrieron significativamente menos casos de diarrea, la reducción oscilaba entre el 6 y el 54%, en promedio un 35%, y más del 90% de la contaminación fecal pudo ser eliminada por purificación solar. Además el estudio mostró que SODIS es un método eficaz para la reducción de enfermedades gastrointestinales en niños menores de 5 años, además éste estudio permitió establecer que los países con climas fríos/templados son también adecuados para la implementación de desinfección solar, siempre que se cuente con suficiente radiación solar durante el día.

1.2. Marco teórico

1.2.1. El Agua

1.2.1.1. Definición

Según: VALVERDE, Lucila. (2011). “El agua es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida”. p.100

Según: GONZÁLEZ, Carlos. (2003). “El agua constituye un recurso vital, primordial para la salud y la supervivencia de la humanidad”. p.116

Según: AGUINAGA, María. (2013). “El agua es fundamental tanto para los seres vivos como para los ecosistemas”. p.89

1.2.1.2. Importancia del Agua

Para PRIETO, Carlos. (2004). La vida empieza en el agua, la cual es depósito de calor y fuente de frío, transporte de los alimentos a cada célula del cuerpo, asciende en las plantas por osmosis y capilaridad, es un gran conductor de la electricidad y materia prima para la formación de plantas. El agua es parte esencial de los seres vivos: hombre, animal y vegetal, cuyos cuerpos se componen de aproximadamente un 72% agua. La vida ha utilizado el agua como medio de disolución y transporte interno de los elementos y sus combinaciones, necesarias para desarrollo vital de los organismos.

El agua es fundamental en la producción de alimentos, crecimiento y vida de las plantas, en el buen vivir del hombre, en la cría de animales, en la industria, en la construcción, en el movimiento y mantenimiento de máquinas, en extinción de incendios, en el control de heladas, y en el aseo en general. Toda el agua que utiliza la humanidad procede de la precipitación del vapor acuoso de la atmosfera en forma de lluvia, granizo o nieve y escarcha, captada en una de las diversas etapas que corre dicho líquido para volver a formar el vapor acuoso, por la evaporación del agua de los ríos, suelos, estanques, lagos, mar y vegetación.

El agua además de ser parte esencial de los seres vivos desempeña un papel preponderante en unión del calor, en la determinación de los climas, de los cuales es componente esencial, continuamente es evaporada de las masas descubiertas de agua y de otras superficies húmedas. El agua como, componente de la biosfera, es un compuesto químico que se encuentra en la naturaleza en grandes cantidades, en estado líquido, sólido y gaseoso, y su fórmula química es H_2O , la cual indica que cada una de sus moléculas está constituida por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno.

No obstante, la calidad del agua no es suficiente para asegurar beneficios a la salud humana; es necesario que adicionalmente se satisfagan tres aspectos: cantidad, continuidad y costo razonable. Al margen de las responsabilidades del abastecedor, los consumidores deben tener conocimientos sobre el uso apropiado del agua, de la adecuada nutrición e higiene de los alimentos, así como de la correcta disposición de excrementos. El agua de calidad para consumo humano, cuando entra al sistema de distribución puede deteriorarse antes de llegar al consumidor. En el sistema de distribución, la contaminación del agua puede ocurrir por conexiones cruzadas; tuberías rotas; grifos contra incendio, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos; y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones hechas con pocas medidas de seguridad.

Las aguas naturales tienen gran importancia pues representan una gran fuente de abastecimiento a la población, pero es indispensable recalcar que éstas nunca son puras, ellas contienen pequeñas cantidades de sólidos y gases disueltos y su concentración depende de una gran cantidad de factores, que incluyen los tipos de minerales con los que el agua está en contacto, el tiempo de residencia y los procesos biológicos que actuaron sobre ella.

El agua subterránea es un agua natural cuya composición química depende de la meteorización y descomposición de las rocas con las cuales entra en contacto, en el tiempo y en el espacio. Por ello los estudios geoquímicos de estas aguas pueden mostrar diferencias entre la calidad de agua de diferentes acuíferos.

1.2.1.3. Ciclo Hidrológico

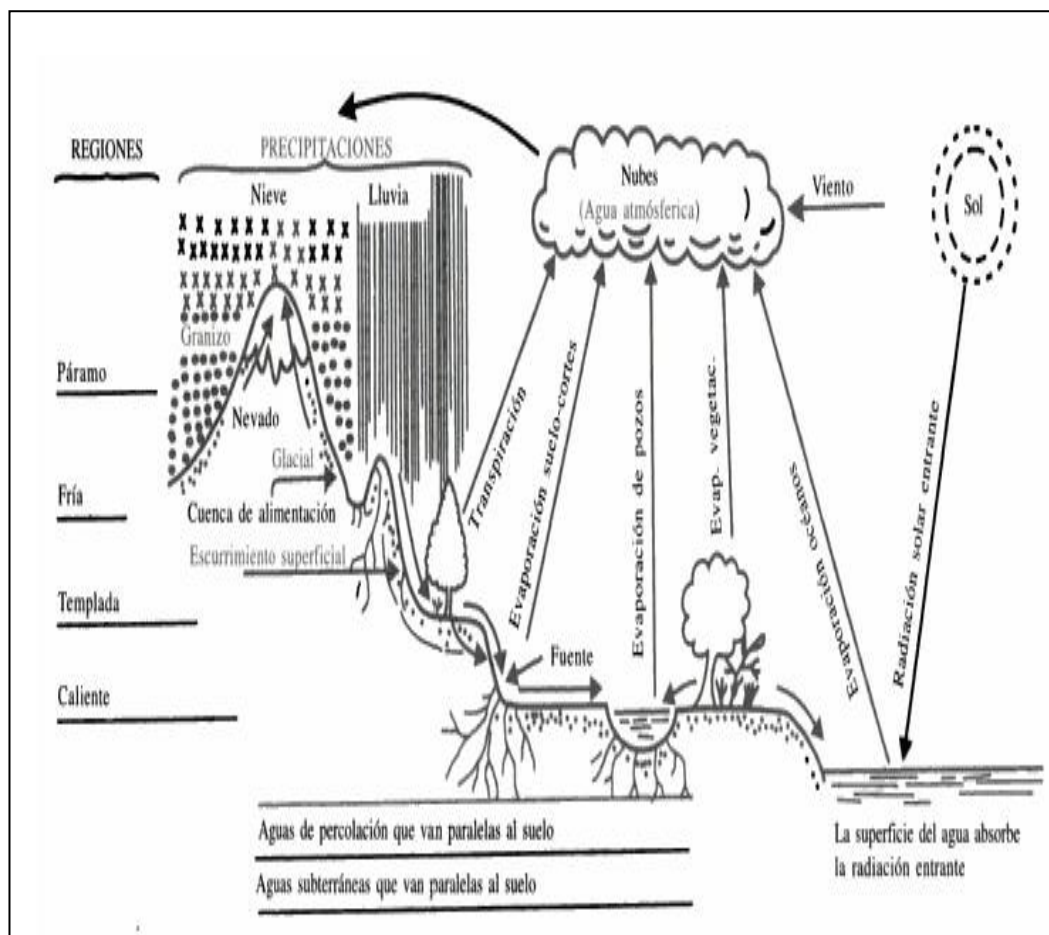
PRIETO, Carlos. (2004), expresa que el agua de los océanos, lagos, ríos, pantanos y superficies húmedas se evapora cada día en gran cantidad bajo la acción del calor del suelo, y el vapor acuoso que se forma asciende a lo alto impulsado por las corrientes de aire que, incesantemente se elevan de la superficie terrestre hacia los espacios donde la temperatura es más baja.

En presencia de corrientes de aire muy frío, el vapor acuoso se condensa en diminutas gotas y se hace visible en forma de nubes o nieblas, que puede ser transportada por el viento hasta regiones muy alejadas. A medida que la condensación aumenta, las gotas se van haciendo más grandes y más pesadas, y entonces el aire ya no puede sostenerlas y se precipitan.

La precipitación es en forma de lluvia, nieve o granizo, para volver directamente a los lagos, ríos, mares, a la superficie del suelo, o bien son absorbidos por el terreno para formar corrientes subterráneas que alimentan los manantiales y, al atravesar el subsuelo, adquieren las propiedades características de las soluciones salinas que van asimilando.

Ello está representado gráficamente en la Fig. N°.1 donde las áreas sombreadas señalan almacenamiento y las flechas el orden de sucesión de acontecimientos.

GRÁFICO N° 1. CICLO HIDROLÓGICO



Fuente: PRIETO, Carlos. (2004).

1.2.1.4. Propiedades del Agua

RODRÍGUEZ, José. (2012), establece la siguiente clasificación sobre las propiedades del agua:

a) Propiedades Físicas

Son las siguientes: Turbiedad, Color, Olor, Sabor, Temperatura, Sólidos y Conductividad.

- **Turbiedad**

Materia suspendida y coloidal que interfiere con el paso de la luz a través del agua.

- **Color**

Proviene de la disolución de materiales vegetales o minerales; debido a la presencia de materia orgánica en proceso de descomposición, como lignina y taninos; a óxidos de hierro, zinc y manganeso; a excretas de organismos vivos, algas verdes o verde azules. El color está ligado a problemas de contaminación.

- **Olor y Sabor**

Entre los orígenes más comunes se encuentran: la materia orgánica en solución, el ácido sulfhídrico: H₂S, el cloruro de sodio o sal de cocina NaCl, sulfatos de sodio y magnesio, hierro y manganeso, fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos etc. Los olores son más fuertes a temperaturas altas.

- ***Temperatura***

Una corriente puede cambiar su temperatura por efectos climáticos naturales o por la introducción de desechos industriales.

Es importante porque actúa sobre procesos como la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, y por los cambios de viscosidad en los procesos de tratamiento, como desinfección por cloro, filtración, floculación, sedimentación y ablandamiento.

- ***Sólidos***

Como materia sólida se clasifica toda la materia, excepto el agua, contenida en los materiales líquidos (Sólidos totales, Sólidos suspendidos, Sólidos disueltos, Sólidos volátiles, Sólidos fijos, Sólidos sedimentables).

- ***Conductividad***

La conductividad específica de un agua es la medida de la habilidad para transportar una corriente eléctrica, varía con el tipo y cantidad de iones que contenga.

b) Propiedades Químicas

Son las siguientes: pH, Dureza, Acidez/ alcalinidad, Fosfatos, sulfatos, Fe, Mn, Cloruros, Oxígeno disuelto, Grasas y/o aceites, Amoníaco, Hg. Ag. Pb. Zn. Cr. Cu. B. Cd. Ba. As., Nitratos, Pesticidas, etc.

- *Ph*

Es una forma de expresar la concentración de iones Hidrógeno [H+] o más exactamente de su actividad. Se usa universalmente para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución.

- *Dureza*

El agua dura es la que requiere mucho jabón para ejercer su acción limpiadora, formando incrustaciones cuando se eleva la temperatura.

El agua blanda necesita más agua para retirar el jabón, disuelve el CO₂ y corroe. Ni tan blanda que corroa ni tan dura que incruste.

- *Acidez*

La acidez de un agua es su capacidad para donar protones.

- *Alcalinidad*

Se define como el poder de una solución para neutralizar los iones H⁺ y se debe primordialmente a las sales de los ácidos débiles, tales como carbonatos, bicarbonatos, boratos, silicatos y fosfatos, y unos pocos ácidos orgánicos que son muy resistentes a la oxidación biológica (ácidos húmicos) y llegan a formar sales que contribuyen a la alcalinidad total.

- ***Fosfatos***

El Fósforo con el Nitrógeno son considerados como nutrientes esenciales para los organismos que toman parte de los procesos biológicos de las aguas naturales, de las aguas negras y de los tratamientos de desechos industriales.

- ***Sulfatos***

El ion sulfato es uno de los que se presenta en mayor cantidad en aguas naturales. Todas las aguas naturales contienen sulfatos que provienen de yeso y minerales similares. Resultan también de la oxidación de sulfuros, sulfitos de los suelos.

- ***Oxígeno Disuelto***

La cantidad de oxígeno que está en el agua se denomina oxígeno disuelto. La solubilidad es directamente proporcional a la presión parcial.

- ***Hierro y Manganeseo***

Sus óxidos abundan en la naturaleza en forma de minerales y como parte constituyente de las arcillas y limos. Las formas oxidadas son insolubles en agua y las reducidas (ferrosa y manganosa) son solubles.

c) Propiedades Microbiológicas

Son las siguientes: Protozoarios (patógenos), Helmintos (patógenos), Coliformes fecales, Coliformes totales.

- ***Protozoarios***

Los protozoos, también llamados protozoarios, son organismos microscópicos, unicelulares eucariotas; heterótrofos, fagótrofos, depredadores o detritívoros, a veces mixótrofos; que viven en ambientes húmedos o directamente en medios acuáticos, ya sean aguas saladas o aguas dulces.

- ***Helmintos***

El término helminto, que significa gusano, se usa sobre todo en parasitología, para referirse a especies animales de cuerpo largo o blando que infestan el organismo de otras especies.

- ***Coliformes Fecales***

Grupo bacteriano presentes en los intestinos de los mamíferos y los suelos, que representan una indicación de la contaminación fecal del agua. Son fáciles de identificar y contar en laboratorio por su capacidad de fermentar la lactosa.

- ***Coliformes Totales***

Son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli*.

1.2.1.5. Distribución del Agua en la Naturaleza

Para MARTÍNEZ E. Pedro; MARTÍNEZ Pedro y CASTAÑO Silvino. (2005), la mayor parte del agua que existe en la naturaleza, el 97.5%, es agua salada

almacenada en los océanos y algunos lagos. Solo el 2.5% restante es agua dulce que se encuentra almacenada en las rocas, en casquetes polares y glaciares, ríos, lagos, biomasa y atmosfera en forma de vapor.

El agua dulce en la hidrosfera se reparte de la siguiente manera: Los glaciares y los casquetes polares tiene un 68.7% son las principales reservas de agua dulce en el planeta y por ello el principal seguro que poseen los ecosistemas y las comunidades humanas para su subsistencia.

Los glaciares son reservas estratégicas pues no sólo aportan agua a las cuencas hídricas en verano, sino que son la única fuente de recarga de ríos, lagos y napas subterráneas en las zonas áridas y en períodos de sequía.

El agua subterránea tienen el 30.1%; que circula y forma grandes sistemas de cuevas y galerías que, en algunas ocasiones, regresan a la superficie terrestre en forma de fuentes o manantiales y otras veces, se localizan en pozos a grandes profundidades. El origen de las aguas subterráneas es por infiltración y por lluvia. El agua que ingresa las capas internas ayudada por la fuerza de la gravedad, hasta llegar a la zonas donde quedan retenidas o zonas impermeables, sin poder seguir penetrando, empieza a moverse en forma horizontal y fluye desde las rocas a pozos y arroyos, éste proceso se conoce con el nombre de acuífero que significa portador de agua.

El agua dulce disponible en lagos es el 0,26%; el cual es un cuerpo de agua dulce, de una extensión considerable, que se encuentra separado del mar.

El aporte de agua a los lagos viene de los ríos, de aguas freáticas y precipitación sobre el espejo de agua. Es una cantidad escasa para toda la humanidad, por lo que es necesario conservarla y evitar su contaminación. El agua dulce disponible en ríos es el 0,006%; el cual es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez es constante a lo largo del año, y desemboca en el mar.

La biomasa tiene unas perspectivas de 0,003% uso para consumo humano. Vapor de la atmósfera aproximadamente 0,04% por ciento del agua de la Tierra se encuentra en estado de vapor atmosférico un número sorprendentemente pequeño si se considera el importante papel que éste desempeña en las condiciones climatológicas, esta cantidad de agua se recicla muchas veces por año entre la superficie de la tierra y la atmósfera, y en Ciénegas y suelo es del 0,891%.

1.2.1.6. Usos del Agua

SPELLMAN, Drinan. (2004), establece la clasificación sobre los usos del agua en seis apartados que son:

- ***Consumo Doméstico***

Comprende el consumo de agua en nuestra alimentación, en la limpieza de nuestras viviendas, en el lavado de ropa, la higiene y el aseo personal.

- ***Consumo Público***

En la limpieza de las calles de ciudades y pueblos, en las fuentes públicas, ornamentación, riego de parques y jardines, otros usos de interés comunitario, etc.

- ***Uso en Agricultura y Ganadería***

En agricultura, para el riego de los campos, en la ganadería, como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado.

- ***El Agua en la Industria***

En las fábricas, en el proceso de fabricación de productos, en los talleres, en la construcción.

- ***El Agua, fuente de Energía***

Aprovechamos el agua para producir energía eléctrica (en centrales hidroeléctricas situadas en los embalses de agua). En algunos lugares se aprovecha la fuerza de la corriente de agua de los ríos para mover máquinas (molinos de agua, aserraderos).

- ***Deporte, Ocio y Agua***

En los ríos, en el mar, en las piscinas y lagos.

1.2.1.7. Acuíferos como fuentes de Agua de Consumo Humano

a) Definición

Según: MARTÍNEZ E. Pedro. (2005). “Acuíferos son rocas que almacenan y transmiten agua en cantidades significativas”. p.73

Según: VILLALVA, Ana. (2011). “Acuífero es el movimiento del agua en forma horizontal que fluye desde las rocas a pozos y arroyos”. p.93

ESTEFANI, Guillermo. (2013), manifiesta la existencia de cuatro tipos de acuíferos basada en su estructura y comportamiento hidráulico, movilidad del agua, características litológicas y su textura:

b) Tipos de Acuíferos

- ***Acuíferos según su Estructura y Comportamiento Hidráulico***

- ***Acuífero Subestimado, Freático o Libre***

Es aquel en el que se encuentra una superficie libre y real de agua encerrada en contacto con el aire y la presión atmosférica, por lo que su presión es en realidad igual a la presión atmosférica. No tienen una capa de materiales impermeables sobre ellas, se encuentra en contacto directo con la zona subsaturada del suelo.

- ***Acuíferos Confinados, Cautivos, a Presión o en Carga***

Son aquellos cuerpos de agua que se acumulan en la roca permeable y están encerrados entre dos capas impermeables.

En estos acuíferos el agua está sometida a una presión mayor a la de la atmósfera y ocupa todos los poros y huecos de la formación geológica saturándola totalmente. El agua está sometida a una presión mayor a la atmosférica y sólo recibe agua de lluvia en zonas donde los materiales son permeables en puntos generalmente distintos de donde reside el cuerpo del agua

- ***Acuífero Semi-confinado***

Ocurre cuando el estrato de suelo que lo cubre tiene significativamente menos permeabilidad que el acuífero en sí, pero no es impermeable, permitiendo que ocurra la descarga y recarga a través de este estrato.

• ***Acuíferos según la Movilidad del Agua***

- ***Los Acuíferos***

Almacenan y transmiten agua subterránea, por lo general en arenas porosas y calizas fisurales.

- ***Los Acuitardos***

Son buenos almacenes pero malos transmisores de agua subterránea por transmitirla lentamente (por ejemplo, compuestos de limos).

- ***Los Acuicludos***

Son buenos almacenes pero nulos transmisores (el caso de arcillas).

- ***Los Acuifugos***

No almacenan ni transmiten agua como los constituidos de granitos, cuarcitas no fisuradas.

- ***Acuíferos según las Características Litológicas***

- ***Detríticos o Carbonatados***

Incluye por una parte, a las formaciones aluviales, constituidos por depósitos recién originados en la relación con la red fluvial actual.

- ***Acuífero según su textura***

- ***Acuíferos Porosos***

Son aquellos en los que el agua se encuentra embebida en una esponja dentro de poros intercomunicados entre sí existiendo permeabilidad como en arenas y gravas.

- ***Acuíferos Fisúrales***

Son aquellos que el agua se encuentra en fisuras o diaclasas comunicadas entre sí, pero el agua se comporta de forma heterogénea.

1.2.2. Contaminación del Agua

1.2.2.1. Definición

Según: COLLAZO, María y MONTAÑO, Jorge. (2012). “La contaminación es la alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del agua por la acción de procesos naturales o artificiales que producen resultados indeseables”.

p.33

Según: PRIETO, Carlos. (2004). “La contaminación es el daño o la alteración de agua por efectos extraños”. p.71

1.2.2.2. Fuentes de Contaminación del Agua

TABLA N° 1. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Actividad y causa directa	Tipo principal de contaminante	Impacto ambiental
(1)URBANIZACIÓN		
Crecimiento demográfico.	Aguas residuales domesticas no depuradas.	Altas penetraciones de bacterias, presencia de virus y parásitos. Mayor demanda bioquímica de oxígeno (DBO) por parte de los componentes orgánicos. Altas concentraciones de nutrientes (especialmente compuestos de N y P).
	Aguas residuales domesticas (aguas depuradas).	Mayores concentraciones de metales, residuos de plaguicidas e hidrocarburos colorados y absorbidos.
Concentración y movimiento de tierras (erosión acelerada del suelo).	Sedimentos de materiales tóxicos procedentes de vertederos de tierras no higiénicas.	Mayor turbidez y mayores tasas de sedimentación.

Limpieza doméstica o industrial.	Detergentes y abrillantadores.	No biodegradabilidad y formación de espumas en las aguas receptoras. Enriquecimiento de las aguas cuando la concentración de fosfato es alta. Toxicidad directa.
(2) INDUSTRIA Y COMERCIO		
Residuos no tratados de la industria de transformación de productos primarios.	Residuos orgánicos.	Valores más altos de DBO, acumulación de cieno, turbidez, nutrientes y toxicidad.
	Agua caliente.	Mayor temperatura ambiente.
Residuos no tratados de las industrias de transformación secundarias.	Residuos químicos. Metales pesados. Agua caliente.	Niveles de toxicidad más altos. Niveles de toxicidad más altos. Mayor temperatura ambiental y menor solubilidad del oxígeno.
(3) AGRICULTURA		
Productos químicos agrícolas.	Residuos de plaguicidas, herbicidas y abonos.	Valores más altos de toxicidad, DBO y concentración de nutrientes.
Sedimentación (erosión acelerada)	Sedimentos.	
Reducción del input de agua dulce.	Mayor salinidad.	Modificación de habitat.
(4) EXPLOTACIÓN FORESTAL		

Sedimentación Producto de desechos y materiales.	Sedimentos.	
	Aserrín, corteza, troncos.	Valores más altos de turbidez, DBO, nutrientes y materia orgánica en suspensión o sedimentada.

Fuente: PRIETO, Carlos. (2004).

1.2.2.3. Tipos de Contaminación del Agua

Según: NARVAEZ, Carlos. (2013), los tipos de contaminación del agua son los siguientes:

- ***Contaminación en la Superficie del Agua***

La contaminación en la superficie del agua es la forma más visible de contaminación y podemos verla flotando en el agua de nuestros lagos, ríos y océanos. La basura del consumo humano, como botellas de agua, plásticos, de derrames de aceite y residuos de gasolina que flotan en la superficie afectando el agua y sus habitantes.

- ***Contaminación de Aguas Subterráneas***

Este tipo de contaminación se hace cada vez más relevante porque afecta el agua que tomamos y los acuíferos subterráneos.

La contaminación de aguas subterráneas normalmente es causada por químicos altamente tóxicos y pesticidas de los cultivos que se trasminan a través de la tierra contaminando los pozos y acuíferos debajo de la superficie.

- ***Contaminación Microbiana***

La contaminación microbiológica es la forma natural de contaminación del agua que es causada por microorganismos en aguas no tratadas. Muchos de estos organismos no son dañinos, pero algunas bacterias, virus y protozoarios pueden causar enfermedades serias como el cólera y tifoidea.

- ***Contaminación por Agotamiento de Oxígeno***

Microorganismos que viven en el agua se alimentan de sustancias biodegradables. Cuando hay una afluencia de material biodegradable de cosas como desperdicios o erosión de los cultivos, el número de estos microorganismos se incrementa y utilizan el oxígeno que pueden obtener. Cuando los niveles de oxígeno se están agotando, los inofensivos microorganismos aeróbicos mueren y los microorganismos anaeróbicos sobreviven. Algunos de estos organismos producen toxinas nocivas como sulfuro y amoniaco.

- ***Contaminación por Nutrientes Vegetales***

Los nutrientes normalmente son encontrados en aguas residuales y fertilizantes. Estas pueden causar vegetación excesiva en el agua como algas y maleza, las cuales utilizan el oxígeno del agua y dañan la vida marina que las rodea y otros organismos que viven en el agua.

- ***Contaminación por Materia Suspendida***

Este tipo de contaminación ocurre cuando los contaminantes entran al agua y no se mezclan con las moléculas del agua. Estas partículas suspendidas forman finos sedimentos en el fondo del agua, dañando la vida marina al quitarles los nutrientes y perturbar su hábitat.

- ***Contaminación Química***

Debido a la naturaleza de la industria en estos días y a la producción masiva en plantas industriales y granjas, tenemos muchos químicos de desperdicio que fluyen a ríos cercanos y otras fuentes de agua. Metales y solventes fluyen desde las fábricas hacia el agua, contaminándola y dañando la vida silvestre. Pesticidas de las granjas son como veneno a la vida silvestre en el agua, mata y pone en peligro de extinción la vida marina. Si las aves o los humanos comen de ese pescado infectado, las toxinas nos son transferidas y nos tragamos esos peligrosos pesticidas y toxinas afectando nuestra salud.

1.2.2.4. Fuentes de Contaminación de los Acuíferos

Según: NARVAEZ, Carlos. (2013), las fuentes de contaminación de los acuíferos son:

- ***Natural***

Los tipos y concentraciones de impurezas naturales dependen de la naturaleza del material geológico a partir del cual se mueve el agua subterránea, y la calidad del agua de reposición.

El agua subterránea que se mueve a través de rocas y suelos sedimentarios puede sucederse en grandes cantidades materiales y compuestos como el Magnesio, Calcio y Cloruros. Algunos acuíferos tienen altas concentraciones naturales constituyentes disueltas como arsénico, boro y Selenio.

- ***Agrícola***

Los pesticidas, fertilizantes, herbicidas y residuos de animales son fuentes de contaminación de aguas subterráneas de origen agrícola. Estas fuentes de contaminación agrícola son muy variadas y numerosas: el derrame de fertilizantes y pesticidas durante el manejo, escorrentía por la carga y el lavado de spray de pesticidas u otro equipo de aplicación, el uso de químicos ladera arriba y a unos cuantos cientos de metros de pozos o aguas de alimentación a pozos.

- ***Industrial***

La fabricación y servicios industriales tienen altas demandas de agua de enfriamiento, aguas de proceso y agua con fines de limpieza. La contaminación de las aguas subterráneas ocurre cuando el agua usada se devuelve a ciclo hidrológico. Las actividades económicas modernas requieren del transporte y almacenamiento de materiales usados en la fabricación, proceso y construcción. La disposición de residuos asociados con las actividades mencionadas es otra fuente de contaminación de las aguas subterráneas.

- ***Residencial***

Los sistemas de aguas residuales puede ser una fuente de gran cantidad de contaminantes como bacterias, virus, nitratos, materia orgánica y residuos humanos. Los pozos de inyección usados para disposición de aguas residuales

domesticas (sistemas sépticos, letrinas, pozos de drenaje para la recogida de aguas de lluvia, pozos de recarga de aguas subterránea) son de una preocupación particular para la calidad de las aguas subterráneas si se localizan cerca de los pozos que alimentan las aguas de uso para beber.

El almacenamiento y disposición inadecuado de químicos domésticos como pinturas, detergentes sintéticos, aceites solventes, medicinas, desinfectantes, químicos de piscinas, pesticidas, baterías, combustibles de gasolina y diésel puede provocar la contaminación de las aguas subterráneas.

Cuando se tiran en la basura doméstica, los productos acabaran en las aguas subterráneas debido a los basureros de municipales están equipados para el manejo de materiales peligrosos. De manera similar, los residuos que se echan o entierran en el suelo pueden contaminar el suelo y penetrar a las aguas subterráneas.

1.2.2.5. Principales tipos de contaminantes Microbiológicos del Agua de Consumo Humano

Para GÓMEZ, Esteban. (2012). Hay cinco categorías de microorganismos que pueden contaminar el agua: bacterias, virus, protozoos (amibas), lombrices y hongos.

Las bacterias del grupo coliformes se encuentran en los intestinos del hombre y de los animales, así como en sus materias fecales.

Los virus son microorganismos sumamente pequeños (100 veces más pequeños que las bacterias), que no pueden ser observados con microscopios ordinarios, al igual que las bacterias también existen virus de origen intestinal, que pueden transmitirse a través del agua, como el virus de la poliomielitis (parálisis infantil). La existencia de estos virus en el agua indica la contaminación con materiales fecales.

El agua también puede estar contaminada por protozoarios como *E. histolytica*, que también indica contaminación fecal del agua. Los gusanos intestinales (lombrices y hongos) pueden transmitirse también a través de aguas contaminadas.

GONZÁLEZ, Alberto. (2011), manifiesta que entre los principales microorganismos de contaminación microbiológica del agua se encuentran los protozoos, bacterias y virus.

a) Protozoos

Los protozoos que pueden aparecer de manera más frecuente y son responsables de epidemias del *Cryptosporidium* y *Giardialamblia*. La *Cryptosporidium* está ampliamente distribuido en la naturaleza y es portado por todo tipo de animales, éste se protege en el ambiente formando unas esporas conocidas como o quistes que le permiten vivir largos períodos de tiempo hasta que son ingeridos, la principal vía para contraer es la vía fecal-oral, su sintomatología incluye diarreas, fiebre, dolores abdominales, náuseas y vómitos.

La *Giardialamblia* se encuentra en un rango muy amplio de animales donde vive libremente en los intestinos. En el agua está en forma de quistes que son capaces

de sobrevivir largos periodos de tiempo. Este parásito produce una enfermedad denominada giardiasis que afecta al estómago e intestinos provocando una diarrea acompañada de cólico con malestar general.

b) Bacterias

La mayor parte de la contaminación bacteriana causante de infecciones, está asociada a la contaminación fecal del agua. Son varios tipos de bacterias los que forman el género *Salmonellatiphy*, *Escherichiacoli*, *Shigella*, *Coliformes fecales*, *Coliformes totales*, responsables de un gran número de problemas de salud pública tanto en aguas como alimentos. Las bacterias coliformes son bacilos cortos, gramnegativos, que fermentan la lactosa y forman ácido y gas. Los coliformes pueden provenir de aguas orgánicamente enriquecidas, por ejemplo de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición.

La *salmonelosis* presenta como síntomas gastroenteritis aguda que en casos graves puede llegar a la muerte, la vía normal de infección es la fecal-oral.

Los tipos de *Salmonella* que producen enfermedades más graves son la *Salmonella typhi* responsable de las fiebres tifoideas y la *Salmonella paratyphi* y *Salmonella schottmuelleri* (fiebres paratifoideas). La *Shigella* no resiste tan bien en el medio ambiente, produce una disentería bacteriana. *Escherichiacoli*, está compuesta por 14 serotipos, causantes de gastroenteritis y de múltiples ataques de diarrea a turistas que visitan zonas cálidas.

El cólera es producido por *Vibrio cholerae*, su propagaciones por medio de la debida el consumo de agua potable contaminada o por alimentos manipulados por un portador o lavados con agua contaminada.

Campylobacter es también responsable de un alto número de procesos diarreicos, los abastecimientos sin clorar son los principales focos de infección, la transmisión es vía fecal-oral. El principal riesgo de contaminación del agua en la red de distribución es debido a la contaminación por heces por infiltraciones, ausencia de desinfectante residual en los valores de concentración adecuados y porque las tuberías tienen sedimentos en el fondo que provocarán y favorecerán el crecimiento de microorganismos.

c) *Virus*

Los virus no se pueden reproducir sin una célula en la que se puedan hospedar, pero pueden sobrevivir en el medio ambiente largos periodos de tiempo. El agua normalmente es contaminada por materia fecal contaminada con virus entéricos humanos. La hepatitis infecciosa, enterovirus, retrovirus, adenovirus y otros son transmitidos por el agua. Muchos virus producen diarreas y enfermedades respiratorias.

TABLA N° 2. PATÓGENOS POR AGUA/ IMPORTANCIA PARA LA SALUD Y RUTAS DE TRANSMISIÓN

PATÓGENOS POR AGUA/ IMPORTANCIA PARA LA SALUD Y RUTAS DE TRANSMISIÓN				
Patógeno	Influencia en la salud	Rutas de Transmisión	Persistencia en los sistemas de abastecimientos de agua.	Dosis infecciosa
BACTERIAS				
<i>Campilobacter</i>	Alta		Moderada	Moderada

<i>jejuni, C. Coli</i>				
<i>E. coli</i> <i>patógeno</i>	Alta	-Contacto persona a persona.	Moderada	Alta
<i>Salmonella typhi</i>	Alta		Moderada	Alta
Otras <i>Salmonellas</i>	Alta	-Contaminación doméstica.	Prolongada	Alta
<i>Shigellaspp</i>	Alta		Corta	Moderada
<i>Vibrio Cholerae</i>	Alta	-Contaminación de agua.	Corta	Alta
<i>Yersiniaentero colitica</i>	Alta		Prolongada	Alta
<i>Pseudomonasa e.</i>	Moderada	-Contaminación de cultivos	Puede multiplicarse	Alta
<i>Aeromonasspp</i>	Moderada		Puede multiplicarse	Alta
VIRUS				
<i>Andenovirus</i>	Alta			Baja
<i>Virus de la polio</i>	Alta			Baja
<i>Virus de la hepatitis A</i>	Alta	-Contacto persona a persona.		Baja
<i>Virus de la hepatitis no A</i>	Alta		Prolongada	Baja
<i>Enterovirus</i>	Alta	-Contaminación doméstica.		Baja
<i>Virus tipo Norwalk (NLV)</i>	Moderada	-Contaminación de agua.		Baja
Rotavirus	Alta			Moderada
PROTOZOARIOS				
<i>Entamoeba</i>	Alta	-Contacto	Moderada	Baja

<i>hystolítica</i>		persona a		
<i>Girdiaspp</i>	Alta	persona.	Moderada	Baja
<i>Cryptospori diumspp</i>	Alta	-Contaminación doméstica. -Contaminación mediante animales.	Prolongada	Baja

Fuente: Fundación Sodis. (2003).

1.2.2.6. Características de los patógenos Microbiológicos del Agua de Consumo Humano

Para la Fundación SODIS en América Latina. (2003), los principales factores que influyen en la importancia de los patógenos transmitidos por agua incluyen su capacidad para sobrevivir en el ambiente y el número necesario para infectar a un huésped (humano).

Las enfermedades producidas por bacterias, virus y protozoos son generalmente sintomáticas y agudas con períodos relativamente cortos, alta liberación de virus, baja dosis infecciosa y una variedad restringida de huéspedes. Aun cuando los helmintos y protozoarios generalmente no causan diarreas agudas, representan un grupo importante de patógenos. Una infección con protozoarios puede causar problemas crónicos de digestión, que pueden conducir a una malnutrición. Los niños malnutridos tienen mayor probabilidad de sufrir diferentes tipos de infecciones.

Los *Coliformes fecales* se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44°-45°C, comprenden el género *Escherichia* en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Se encuentran en grandes cantidades en los intestinos y excrementos de humanos y animales.

Las bacterias *Coliformes fecales* también pueden tener efectos graves en la salud pública. Los volúmenes de agua con altos niveles de esta bacteria pueden contener una amplia gama de parásitos, bacterias y virus causantes de enfermedades, las cuales pueden variar desde condiciones leves como las infecciones agudas del oído, hasta otras más graves que amenazan la vida tales como la fiebre tifoidea y la hepatitis.

Los *Coliformes totales* se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos con propiedades similares de inhibición del crecimiento.

La *Escherichia Coli* es una bacteria común que vive en los intestinos de los animales y las personas. Existen muchas cepas de *E. coli*. La mayoría de estas cepas no son perjudiciales, aunque hay una variedad peligrosa llamada *E. coli* O157:H7 que produce una sustancia tóxica muy poderosa. Los brotes a menudo ocurren cuando la bacteria *E coli* llega a los alimentos. Esta bacteria puede mezclarse accidentalmente con la carne, los vegetales crudos, los germinados y las frutas que se cultivaron o se lavaron con agua sucia pueden ser portadores de *E. coli*. La infección por la *E. Coli* afecta los glóbulos rojos y los riñones. Esto solo ocurre en aproximadamente 1 de cada 50 personas, pero es muy grave y puede causar la muerte en caso de que estos pacientes no sean atendidos en el hospital.

Salmonella typhies un bacteria que se transmite por medio de alimentos o agua contaminados con materia fecal y orina de personas portadoras. Es resistente a bajas temperaturas lo que le permite transmitirse a través de alimentos conservados a bajas temperaturas. Este bacilo causa la fiebre tifoidea, una enfermedad sistémica grave que puede dar lugar a hemorragia o perforación intestinal. Aunque el agente de la fiebre tifoidea puede transmitirse también por alimentos contaminados, la forma más común de transmisión es a través del agua.

Las fuentes principales de la infección son aguas contaminadas o leche y, especialmente en comunidades urbanas, gestores de comida que son transportistas. Sus gérmenes pasan en las heces y la orina de gente infectada. Las personas se infectan después de consumir comida y bebida que se han manejado por personas infectadas o por agua potable que ha sido contaminada por aguas residuales que contienen la bacteria.

Para Rivas, C y Motas, M. (2002), las bacterias Anaerobias Mesófilas son organismos capaces de sobrevivir y crecer en una atmósfera con poco o nada de oxígeno. Se pueden encontrar en una variedad de entornos, desde el suelo y el agua hasta los cuerpos de los seres humanos y otros animales.

Muchas bacterias anaeróbicas se encuentran normalmente en el cuerpo humano, de hecho, en los intestinos de los seres humanos, las bacterias anaeróbicas superan en número a las bacterias aeróbicas en una proporción de 1.000 a 1, poseen un metabolismo de tipo fermentativo, en el cual sustancias orgánicas son los aceptores finales de electrones, aunque también pueden obtener energía a partir de la respiración anaerobia. Otras características son su lento crecimiento y su labilidad, y sus requerimientos atmosféricos (de O₂ y CO₂) hacen que su aislamiento sea difícil.

1.2.3. Purificador Solar

1.2.3.1. Definición

Según: GAUGHEN, Stephanie. (2008). “Los purificadores solares de agua son el medio más completo y eficaz de quitar los contaminantes microbiológicos del agua.” p. 6

Según: MEDINA, Omar. (2011). **Los purificadores solares de agua son el medio más completo y eficaz de quitar los contaminantes del agua, la potabiliza utilizando energía del sol, que evapora el líquido y recupera gotas del vapor condensado, eliminando así partículas disueltas y en suspensión que ensucian el agua, ayuda en la disminución de agentes biológicos como hongos, algas, bacterias y virus.** p. 10

1.2.3.2. Características del Purificador Solar Común

MEDINA, Omar. (2011), establece que el purificador solar usa la energía solar para destruir los microorganismos patógenos que causan enfermedades transmitidas por el agua y de esa manera mejora la calidad del agua utilizada para el consumo humano.

La desinfección solar del agua es un método de tratamiento simple que usa la radiación solar (luz UV-A y temperatura) para destruir las bacterias y los virus patógenos presentes en el agua. Su eficacia para matar protozoarios depende de la temperatura alcanzada por el agua durante la exposición al sol y de las condiciones climáticas.

A continuación se detallan las características relevantes que posee el purificador solar:

- Tiene bajo costo de inversión inicial.
- Es un proceso de tratamiento inmediato.
- Agua tratada económicamente, es decir, mucha agua por poco dinero invertido.
- No se tiene que agregar químicos o sustancias al agua y por lo tanto no existen subproductos derivados del proceso.
- Fácil instalación, operación y mantenimiento, periodos de reemplazo largos.
- Es más efectivo que el cloro contra los microorganismos.
- Mejora la calidad microbiológica del agua para consumo humano.
- Usa dos componentes de la luz solar para la desinfección del agua: El primero, la radiación UV-A, tiene efecto germicida y el segundo componente, la radiación infrarroja, eleva la temperatura del agua y genera el efecto de pasteurización cuando la temperatura llega a 70-75°C. El uso combinado de la radiación UV-A y del calor produce un efecto de sinergia que incrementa la eficacia del proceso.
- Si el agua alcanza una temperatura de 50°C, 1 hora es suficiente tiempo de exposición, en el purificador solar.

1.2.3.3. Partes del Purificador Solar común de Agua de Consumo Humano

El Instituto Internacional de Recursos Renovables A. C. de México. (2012), establece las siguientes partes fundamentales que debe tener un purificador solar común:

- ***Colector Solar y depósito de Agua***

Es una charola de lámina galvanizada que absorbe la radiación solar y calienta el agua en su interior hasta el punto de ebullición.

- ***Superficie de Condensación***

Es una superficie transparente de plexiglás o vidrio, donde el vapor de agua es atrapado y condensado para que escurra hasta el colector.

- ***Colector de Agua***

Se encarga de dirigir el agua que escurre por la superficie de condensación hacia afuera del colector solar por medio de una manguera.

- ***Cuerpo del Destilador***

Estructura de base para todo el sistema. Está compuesto de una caja de madera y soportes (patas).

- ***Esterilizador de luz Ultravioleta (UV)***

Es opcional en la estructura del purificador solar, son lámparas UV para la potabilización de agua tiene como ventaja que no modifica el sabor ni el olor del líquido, ni tampoco alguna de sus características físicas, es recomendable añadirlo al sistema de purificación solar, ya que esta tecnología permite asegurar la potabilización del agua para su consumo.

1.2.3.4. Funcionamiento básico del Purificador Solar

Para el Instituto Internacional de Recursos Renovables A. C. de México. (2012), existe tres fases en el funcionamiento del purificador solar común:

- ***Primera***

El sol calienta el agua contenida en la bandeja negra hasta que empieza a evaporarse.

- ***Segunda***

Seguidamente este vapor asciende hasta la estructura de plástico que cubre ambas bandejas, lugar donde se acumula hasta condensarse en pequeñas gotitas que resbalan por las paredes inclinadas para caer sobre la bandeja de aluminio inferior.

- ***Tercera***

El agua que obtenemos así ha sido destilada por el sol.

1.2.3.5. Desinfección Microbiológica proporcionada por el Purificador solar y luz UV

Según: BESSA, Jorge y AREAL, Rogelio. (2003). “La desinfección es un proceso en el cual los organismos patógenos (productores de enfermedades) son destruidos o inactivados”. p. 429

Según: CONNAN, Jeff y FADEM, Pam. (2008). “La desinfección solar es un método de tratamiento simple que usa radiación solar (luz UV-A y temperatura) para destruir bacterias y virus patógenos presentes en el agua”. p. 28

El Instituto Internacional de Recursos Renovables A. C. de México. (2012), expresa que la energía solar se usa para destruir los microorganismos patógenos que causan enfermedades transmitidas por el agua y de esa manera mejora la calidad del agua utilizada para el consumo humano.

Los microorganismos patógenos son vulnerables a dos efectos de la luz solar: la radiación en el espectro de luz UV-A (longitud de onda 320-400nm) y el calor (incremento en la temperatura del agua). Se produce una sinergia entre estos dos efectos, ya que el efecto combinado de ambos es mucho mayor que la suma de cada uno de ellos independientemente, esto implica que la mortalidad de los microorganismos se incrementa cuando están expuestos a la temperatura elevada y a la luz UV-A simultáneamente.

a) Acción del Sol

Se puede aprovechar la luz solar para desinfectar el agua (tengamos en cuenta que en la luz solar se encuentra presente radiación ultravioleta). La combinación de la

acción de la luz solar y el calor actuarán de desinfectante. El tiempo de exposición variará en función de las condiciones climáticas: en un día despejado y a pleno sol puede bastar con 5 o 6 horas, en otros casos puede ser necesario bastante más tiempo. Es necesario que el agua sea transparente, con aguas turbias el método puede no ser eficaz. Así que es posible que necesitemos filtrarla previamente.

Su eficacia para matar protozoarios depende de la temperatura alcanzada por el agua durante la exposición al sol y de las condiciones climáticas. Se coloca el agua contaminada microbiológicamente en recipientes transparentes, los cuales son expuestos a la luz solar durante 6 horas. Este método no puede usarse con agua muy turbia, con una turbiedad mayor a 30 UNT.

El calor es capaz de matar a la mayoría de microorganismos patógenos presentes en el agua, por ejemplo los responsables del cólera. Por encima de los 70° C ya empiezan a desaparecer, pero se recomienda hervir el agua hasta la ebullición durante unos 10 minutos aproximadamente.

b) Aplicación de luz Ultravioleta

La luz ultravioleta es capaz de eliminar toda clase de bacterias por lo cual es muy utilizada en procesos de esterilización. Su uso es sencillo y ofrece la gran ventaja de que no deja residuos químicos. La luz UV no cambia las propiedades del agua es decir, no altera químicamente la estructura del fluido tratado. Al contrario de las técnicas de desinfección química, que implican el manejo de sustancias peligrosas y reacciones que dan como resultado subproductos no deseados, la luz UV ofrece un proceso de desinfección limpio, seguro, efectivo y comprobado a través de varias décadas de aplicaciones exitosas.

De todos los métodos de desinfección actual, la luz ultravioleta (UV) es el más eficiente, económico y seguro. Más aún, su acción germicida se realiza en segundos o en fracciones de éstos, además es ambientalmente el método más adecuado, utilizado mundialmente a lo largo de varias décadas. La luz UV se produce naturalmente dentro del espectro electromagnético de las radiaciones solares en el rango comprendido entre 200 y 300 nanómetros (nm) conocido como UV-C, el cual resulta letal para los microorganismos.

La luz UV-A tiene un efecto letal en los patógenos presentes en el agua que afectan a los humanos. Estos patógenos no se adaptan bien a las condiciones ambientales agresivas, pues sus condiciones de vida específicas son las del tracto gastrointestinal humano. Por lo tanto, son más sensibles a la luz solar que los organismos que abundan en el ambiente.

La luz UV-A tiene un efecto letal en los patógenos presentes en el agua que afectan a los humanos. Estos patógenos no se adaptan bien a las condiciones ambientales agresivas, pues sus condiciones de vida específicas son las del tracto gastrointestinal humano. Por lo tanto, son más sensibles a la luz solar que los organismos que abundan en el ambiente.

Los microorganismos son sensibles al calor. La tabla N° 3 presenta la temperatura y el tiempo de exposición necesarios para eliminar microorganismos. Puede verse que el agua no tiene que hervir para matar el 99.9% de los microorganismos y el calentamiento del agua a 50- 60°C durante una hora tiene el mismo efecto.

TABLA N° 3. RESISTENCIA TÉRMICA DE MICROORGANISMOS EN LA DESINFECCIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

RESISTENCIA TÉRMICA DE MICROORGANISMOS			
Microorganismos	Temperatura para una desinfección al 100%		
	1 min.	6 min.	60 min.
Enterovirus			62°C
Rotavirus			63°C por 30 min
Coliformes fecales			
Salmonella		62°C	58°C
Shigella		61°C	54°C
Vibrio cholerae			45°C
Quistes de entamoebahistolytica	57°C	54°C	50°C
Quistes de guardia	57°C	54°C	50°C
Huevos y larvas de gusano ganchudo		62°C	51°C
Huevos de áscaris	68°C	62°C	57°C
Huevos de esquistosoma	60°C	55°C	50°C
Huevos de tenia	65°C	57°C	51°C

Fuente: MEIERHOFER, Regula y WEGELIN, Martin. (2003).

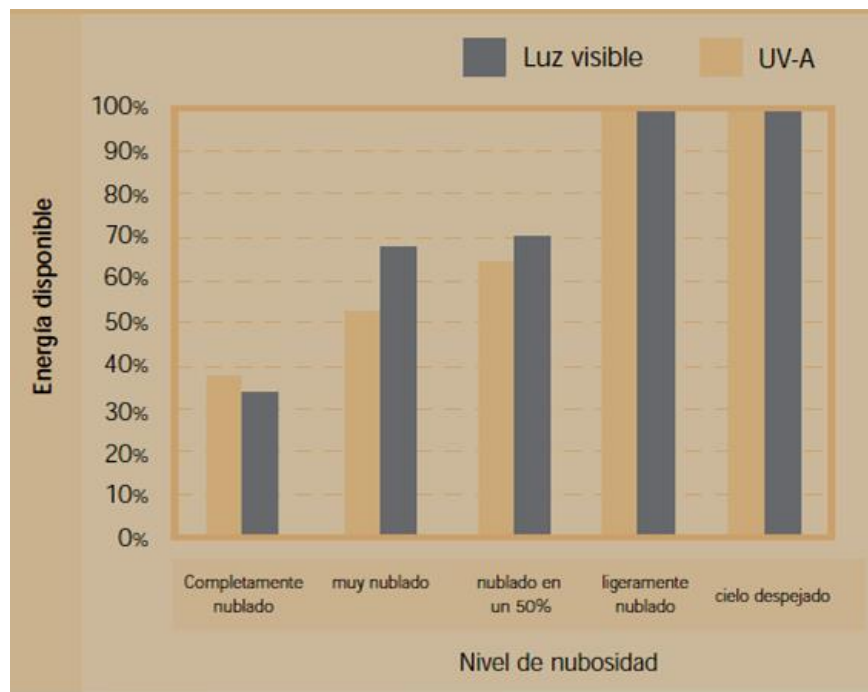
1.2.3.6. Factor clima en el proceso de Purificación Solar

Para El Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador INOCAR. (2012), la eficacia de la desinfección depende de la cantidad de luz solar disponible; sin embargo, la radiación solar se distribuye de manera irregular y su intensidad varía de una ubicación geográfica a otra, dependiendo de la latitud, la estación y la hora del día.

La Provincia de Pichincha se ubica a una longitud y latitud de 0 ° 15S y 78 ° 35W, siendo un lugar favorable, la cantidad de radiación, a pesar de ser intermitente, es alta en este lugar (unas 2,500 horas de luz solar anualmente). Es importante señalar que la mayoría de países en desarrollo están ubicados entre las latitudes 35°N y 35°S. Por lo tanto, pueden basarse en la radiación solar como fuente de energía para la desinfección solar del agua para consumo humano.

La variación estacional depende de la latitud y es la principal responsable del clima en la región. Las regiones cerca de la línea ecuatorial experimentan menos variación en la intensidad de la luz durante el año que las regiones en el hemisferio norte o sur. La intensidad solar también está sujeta a variaciones diarias. Al incrementarse la nubosidad, se cuenta con menos energía de radiación. Durante días completamente nublados, la intensidad de la radiación UV-A se reduce a un tercio de la intensidad registrada durante un día despejado.

GRÁFICO N° 2. PÉRDIDA DE ENERGÍA SOLAR



Fuente: Instituto Internacional de Recursos Renovables A. C. de México. (2012).

El proceso de desinfección solar depende de la temperatura alcanzada dentro del sistema siendo así: + 60° C = desinfección alta; 40° a 59° C = desinfección media; -39° C desinfección baja o nula.

1.2.3.7. Tipos de Purificadores Solares

Para el Instituto Internacional de Recursos Renovables A. C. de México. (2012), existen cinco tipos de purificadores solares clasificados de la siguiente manera:

a) Purificador solar común tipo Caja

El depurador es una caja en la que se coloca el agua que ha de purificarse por el sol, y que está cubierto por una tapa de vidrio. La energía solar penetra en el recinto cerrado del destilador a través de la tapa y, como la superficie de la caja es de color negro, es capaz de atraer la mayor cantidad de radiación. Mientras que las paredes internas tienen una superficie de color blanco, que, al revés, reflejan la luz solar que reciben, lo que aumenta la concentración de calor dentro del agua acumulada en la caja. Al cabo de un tiempo el agua comienza a evaporarse. Como la parte inferior de la tapa de vidrio está a menor temperatura, el agua se condensa sobre la misma. La tapa está montada con una pequeña inclinación, permitiendo que las gotas de agua condensadas en la misma resbalen hacia un canal colector que desemboca en una salida donde se coloca una botella de vidrio para su recolección.

b) Purificador solar Solvatten

Es un purificador de agua similar en apariencia a una galonera y que usa como fuente de energía la radiación UV del sol. Puede ser llenado hasta con 10 litros de agua y se puede obtener agua lista para el consumo humano después de unas 3 a 5

horas (hay un indicador que cambia de rojo a verde cuando el agua llega a la temperatura necesaria). Además, gracias a que posee un filtro especial se puede purificar también agua muy turbia. El Solvatten ha sido probado en Kenya y Nepal con buenos resultados y las respuestas han sido positivas por que la facilidad de uso, pues no se necesitan conocimientos técnicos para entender cómo usarlo.

c) Purificador solar Portátil

El depurador portátil funciona con energía solar, óxidos de titanio y zinc. Los cuales liberan radicales hidroxilo y superóxido capaces de degradar la materia orgánica del agua, las bacterias se reducen considerablemente y el agua se vuelve segura para la salud.. El tiempo de depuración tarda poco menos de 8 horas.

d) Purificador solar tipo horno Eliodoméstico

Su funcionamiento es sencillo, en la mañana se llena con agua salada el depósito superior del aparato y posteriormente se aprieta la tapa. Tras un día de constante exposición al sol, la temperatura y la presión se incrementan por el calor, haciendo que el vapor desciende a través del tubo conexión y posteriormente el agua (o vapor) desalinizada se acumula en un recipiente transportable.

e) Purificador solar de Piscinas

Estos purificadores reducen el consumo de cloro entre un 50 y un 80% al mismo tiempo que mantienen limpia y cristalina el agua de las piscinas, previene la formación de bacterias, hongos y algas y al reducir el consumo de cloro evita el ardor de ojos y el daño que ocasionan los productos químicos al pelo y la piel de las personas.

1.2.4. Normativa Vigente

1.2.4.1. Normativa Nacional

a) Constitución Política del Ecuador

La Constitución Política del Ecuador del 2008 en su Capítulo 2 sobre los derechos civiles establece:

Art. 23.- Sin perjuicio de los derechos establecidos en esta Constitución y en los instrumentos internacionales vigentes, el Estado reconocerá y garantizará a las personas lo siguiente:

20. El derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental; educación, trabajo, empleo, recreación, vivienda, vestido y otros servicios sociales necesarios.

En el Capítulo 4 sobre los derechos económicos, sociales y culturales de la sección cuarta referente a la salud de la Constitución Política del Ecuador del 2008, establece:

Art. 42.- El Estado garantizará el derecho a la salud, su promoción y protección, por medio del desarrollo de la seguridad alimentaria, la provisión de agua potable y saneamiento básico, el fomento de ambientes saludables en lo familiar, laboral y comunitario, y la posibilidad de acceso permanente e ininterrumpido a servicios de salud, conforme a los principios de equidad, universalidad, solidaridad, calidad y eficiencia.

b) Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN - 1 108:2011 Cuarta revisión

Ésta norma establece los requisitos, muestreo y estándares de calidad del agua para el consumo humano detallada así:

- **Requisitos microbiológicos**

El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

TABLA N° 4. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

	Máximo
Coliformes fecales ⁽¹⁾	
- Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
- Filtración por membrana UFC/ 100	< 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ 100 litros	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/100 litros	Ausencia
* <1,1 significa que en el ensayo del NMP 5 tubos de 20 cm ³ ó 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo	
** <1 significa que no se observan colonias	
⁽¹⁾ Número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida.	

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN - 1 108:2011 Cuarta revisión

- **Muestreo**

El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

El agua potable debe ser monitoreada permanentemente para asegurar que no se producen desviaciones en los parámetros aquí indicados.

El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

- ***Métodos de ensayo***

Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición. En caso que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.

Número de unidades a tomarse de acuerdo a la población servida.

Análisis microbiológico en el sistema de distribución de agua potable.

TABLA N° 5. NÚMERO DE UNIDADES A TOMARSE DE ACUERDO A LA POBLACIÓN SERVIDA

POBLACIÓN	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5 000	12
5 000-100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
>100 000-500 000	120 MÁS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
>500 000	180 MÁS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN - 1 108:2011 Cuarta revisión

c) Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:1998 Calidad de Agua, Muestreo, Técnicas de Muestreo

6.1.1 Se debe consultar la NTE INEN 2 169 Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras para el muestreo en situaciones específicas; los lineamientos dados aquí ayudan en la selección de materiales de aplicación general. Los constituyentes químicos (determinantes) en el agua, que son analizados para evaluar la calidad del agua, en un rango de concentración desde nanogramos o trazas hasta grandes cantidades. Los problemas que con mayor frecuencia se presentan son la adsorción en las paredes del muestreador o en los recipientes, la contaminación anterior al muestreo causada por un inadecuado lavado del muestreador o de los recipientes y la contaminación de la muestra por el material del que está hecho el muestreador o el recipiente.

6.2.4 Recipientes para el análisis microbiológico:

6.2.4.1 Los recipientes para las muestras en las que se realizará el análisis microbiológico deben resistir las altas temperaturas de esterilización. Durante la esterilización o en el almacenamiento de muestras los materiales no deben producir o liberar químicos que puedan inhibir la viabilidad microbiológica, liberar químicos tóxicos o químicos que aceleren el crecimiento. Las muestras deben permanecer selladas hasta que sean abiertas en el laboratorio y deben estar tapadas para prevenir la contaminación.

6.3.2.2 Equipo para muestreo puntual a profundidad escogida, en la práctica se usa una botella con lastre tapada que se sumerge dentro del cuerpo de agua. A una profundidad preestablecida la tapa se retira, la botella se llena y se recupera. Los efectos que el aire u otros gases pudieran tener, deben considerarse ya que estos pueden cambiar el parámetro a ser analizado (por ejemplo: oxígeno disuelto).

Se recomienda botellas especiales para evitar este problema (por ejemplo: botellas a las que se les ha evacuado el aire). Para cuerpos de agua estratificados, se sumerge una probeta graduada de vidrio, plástico o acero inoxidable, abierta en ambos extremos, para obtener un perfil vertical del cuerpo de agua. En el punto de muestreo, la probeta se cierra por ambos extremos mediante un mecanismo antes de sacarla a la superficie (botella operada por mensajero).

6.5 Equipo de muestreo para análisis microbiológico

6.5.1 Para la mayoría de muestras, son adecuadas las botellas de vidrio o de plástico esterilizado. Para recoger muestras bajo la superficie del agua, como en lagos y reservorios, están disponibles varios mecanismos para muestreo de profundidad y son convenientes los muestreadores descritos en 6.3.2.2.

7. Identificación y Registros

7.1 El origen de las muestras, las condiciones bajo las cuales han sido recogidas deben ser anotadas y esta información ser adherida a la botella inmediatamente luego de ser llenada. Un análisis de agua es de valor limitado si no está acompañado por la identificación detallada de la muestra.

7.2 Los resultados de cualquier análisis realizado en el sitio, también se deben incluir en un informe anexo a la muestra. Las etiquetas y los formatos deben llenarse al momento de la recolección de la muestra. Debe incluirse al menos los siguientes datos en el informe de muestreo:

a) localización (y nombre) del sitio del muestreo, con coordenadas (lagos y ríos) y cualquier información relevante de la localización;

- b) detalles del punto de muestreo;
- c) fecha de la recolección;
- d) método de recolección;
- e) hora de la recolección;
- f) nombre del recolector;
- g) condiciones atmosféricas;
- h) naturaleza del pretratamiento;
- i) preservante o estabilizador adicionado;
- j) datos recogidos en el campo.

d) Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:1998 Calidad del Agua, Muestreo, Manejo y conservación de muestras

4.8.1 Lo recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

4.8.2 El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

4.8.3 Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

4.8.4 Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo

transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico deber ser interpretado por un especialista.

e) Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA)

El texto unificado de legislación ambiental libro VI de la ley de la prevención de la contaminación o calidad ambiental, se encuentra la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, anexo 1.

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua. El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente

en general. Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

- ***En lo que respecta a los criterios de calidad para aguas de Consumo Humano y uso Doméstico***

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
- c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios:

TABLA N° 6. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600

Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente TULSMA, (2014).

Nota: Productos para la desinfección: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo. Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan a continuación:

TABLA N° 7. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO QUE ÚNICAMENTE REQUIERAN DESINFECCIÓN

Parámetros	Expresado Como	UNIDAD	Límite Máximo Permisible
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*

Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente TULSMA, (2014).

Nota: *Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

f) Ley de Agua

La ley de aguas, (2014), en su apartado sobre el derecho humano al agua establece:

Artículo 21. “Definición”.- “El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia suficiente, salubre, segura, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico, en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.”

“El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. Este derecho humano constituye condición previa para la realización del régimen del buen vivir o Sumak Kawsay, así como de los derechos reconocidos constitucionalmente, en especial de los derechos a la vida, dignidad humana, a la salud y a la alimentación. Ninguna persona puede ser privada, excluida o despojada de este derecho.”

“El ejercicio del derecho humano al agua será sustentable, de manera que éste también pueda ser ejercido por las futuras generaciones. La Autoridad Única del Agua establecerá reservas de agua de la mejor calidad que se destinarán al consumo humano de la presente y de las futuras generaciones.”

1.2.4.2. Normativa Internacional

a) Estándares de la calidad del Agua Potable según la OMS

La Organización Mundial de la Salud. (2014), establece estándares de calidad para el agua de consumo humano detallado a continuación:

- ***Verificación de la inocuidad y calidad microbiológicas***

Las bacterias indicadoras de contaminación fecal, incluida *E. coli*, son parámetros importantes en la verificación de la calidad microbiológica del agua.

Esta verificación de la calidad del agua complementa el monitoreo operativo y las evaluaciones de los riesgos de contaminación, por ejemplo, mediante auditoría de las plantas de tratamiento, evaluación del control de los procesos e inspección sanitaria.

Para proporcionar resultados significativos, las bacterias indicadoras de contaminación fecal deben cumplir determinados criterios. Deben estar presentes universalmente, en concentraciones elevadas, en las heces humanas y de otros animales de sangre caliente, ser fácilmente detectables mediante métodos sencillos y no proliferar en aguas naturales.

El microorganismo elegido como indicador de contaminación fecal es *E. coli*. En muchas circunstancias, en lugar de *E. coli* puede analizarse la presencia de bacterias coliformes termotolerantes. El agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores. En la mayoría de los casos, el análisis de la presencia de bacterias indicadoras proporciona un alto grado de seguridad, ya se encuentran en cantidades abundantes en aguas contaminadas.

El agua de consumo tratada puede no contener *E. coli* y sin embargo contener agentes patógenos más resistentes a las condiciones medioambientales o técnicas de tratamiento convencionales.

Estudios retrospectivos de epidemias de enfermedades transmitidas por el agua y avances en el conocimiento del comportamiento de los agentes patógenos en el agua han mostrado que la confianza sistemática en hipótesis relacionadas con la ausencia o presencia de *E. coli* no garantiza la adopción de decisiones óptimas relativas a la seguridad del agua.

Por consiguiente, para verificar la calidad microbiológica del agua puede ser preciso analizar diversos microorganismos, como enterococos intestinales, (esporas de) *Clostridium perfringens* bacteriófagos.

En la tabla N° 8 se indica los valores de referencia para la verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo. No se deben aplicar valores de referencia individuales tomados directamente de los cuadros, sino que deben utilizarse e interpretarse junto con la información de las presentes Guías y otros documentos complementarios.

Una consecuencia de la diversa vulnerabilidad de las personas a los agentes patógenos es que la exposición a agua de consumo de una calidad particular puede producir efectos sobre la salud diferentes en poblaciones diferentes. Para la determinación de valores de referencia es necesario definir las poblaciones de referencia o, en algunos casos, centrarse en grupos de población vulnerables específicos. Al determinar las normas nacionales, puede ser oportuno que las autoridades nacionales o locales tengan en cuenta las características específicas de las poblaciones afectadas.

TABLA N° 8. VALORES DE REFERENCIA PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA^a

Microorganismos	Valor de referencia
Toda agua destinada a ser bebida <i>E. coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes ^{b, c}	No detectables en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada que alimenta al sistema de distribución <i>E. coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes ^b	No detectables en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada presente en el sistema de distribución <i>E. coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes ^b	No detectables en ninguna muestra de 100 ml

FUENTE: Organización Mundial de la Salud. (2014).

^aSi se detecta *E. coli* debe investigarse inmediatamente su origen.

^bAunque *E. coli* es el indicador de contaminación fecal más preciso, el recuento de bacterias coliformes termotolerantes es una opción aceptable.

En caso necesario, deben realizarse los análisis de confirmación pertinentes.

Las bacterias coliformes totales no son indicadores aceptables de la calidad sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua, sobre todo en zonas tropicales donde casi todos los sistemas de abastecimiento de agua no tratada contienen numerosas bacterias que no constituyen un problema sanitario.

^cSe reconoce que en la gran mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua rurales, sobre todo en los países en desarrollo, la contaminación fecal es frecuente. Es preciso, sobre todo en estas circunstancias, establecer metas a medio plazo de mejora progresiva de los sistemas de abastecimiento de agua.

1.3. Marco Referencial

Acuíferos: Son rocas que almacenan y transmiten agua en cantidades significativas.

Agua cruda: Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

Agua para uso y consumo humano: Agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud.

Agua potable: Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

Agua Subterránea: Es el agua que se aloja y circula en el subsuelo, conformando los acuíferos.

Bacterias contaminantes del agua potable: Es el grupo más importante y su presencia en las aguas potables constituye la mayor parte de la contaminación bacteriana causante de infecciones, está asociada a la contaminación fecal del agua.

Características microbiológicas: Debidas a microorganismos nocivos a la salud humana, para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y *Escherichia coli* o coliformes fecales.

Colector: Sistema que recoge el agua a través de un conducto.

Coliformes: Bacterias que inciden en la contaminación del agua.

Coliformes fecales: Grupo bacteriano presentes en los intestinos de los mamíferos y los suelos, que representan una indicación de la contaminación fecal del agua.

Coliformes totales: Son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli*.

Desinfectantes del agua: Aquellos productos o elementos que sirven para desinfectar, limpiar, evitar la presencia de bacterias, virus y otro tipo de microorganismos peligrosos para la salud.

Evaporación: Separación del agua de los sólidos disueltos, utilizando calor como agente de separación, condensando finalmente el agua para su aprovechamiento.

Filtración: Remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada.

Helminetos: El término helminto, que significa gusano, se usa sobre todo en parasitología, para referirse a especies animales de cuerpo largo o blando que infestan el organismo de otras especies.

Límite máximo permitido: Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano.

Microorganismo patógeno: Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

nmp/100 ml= Número más probable por 100 ml.

Organismo patógeno: Son organismos, incluidos virus, bacterias o quistes, capaces de causar una enfermedad (tifus, cólera, disentería) en un receptor (por ejemplo una persona)

Partículas disueltas: Son partículas que están en su mayoría completamente incorporadas en un líquido.

Partículas en suspensión: Son todas las partículas microscópicas o macroscópicas sólidas y líquidas, de origen humano o natural, que quedan suspendidas en el agua durante un tiempo determinado.

Plaguicidas: Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

Potabilización: Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua en los sistemas de abastecimiento públicos o privados, a fin de hacerla apta para uso y consumo humano.

Protozoarios: Los protozoos, también llamados protozoarios, son organismos microscópicos, unicelulares eucariotas; heterótrofos, fagótrofos, depredadores o detritívoros, a veces mixótrofos; que viven en ambientes húmedos o directamente en medios acuáticos, ya sean aguas saladas o aguas dulces.

Purificación: Es el proceso por el que se liberan agentes extraños a un elemento, en este caso al agua.

Radiación: Emisión de luz o calor o cualquier otro tipo de energía emitida por un cuerpo.

Sistema de abastecimiento de agua: Conjunto de elementos integrados por las obras hidráulicas de captación, conducción, potabilización, desinfección, almacenamiento o regulación y distribución.

Sedimentación: Proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas en el agua, por efecto gravitacional.

Sistema de abastecimiento de agua potable. El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

Subproductos de desinfección: Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

Tratamiento convencional para potabilizar el agua: Son las siguientes operaciones y procesos: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

Turbiedad: Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de suspensión; tales como micro organismos, arcilla, precipitaciones de óxidos diversos, carbonato de calcio precipitado, compuestos de aluminio, etc.

UFC/ml.: Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

UV: Los rayos ultravioleta son liberados por el sol y ciertas lámparas especiales empleados en la desinfección microbiológica del agua.

Virus contaminantes del agua: Virus marcadores de la contaminación fecal en el agua perjudiciales para la salud humana.

CAPITULO II

2. APLICACIÓN METODOLÓGICA

2.1. Descripción del Área de Estudio

2.1.1. Ubicación

El Barrio la Merced se encuentra ubicado en la Parroquia de Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, con alrededor de 512 lotes de terreno desmembrados de la hacienda la Merced, actualmente se encuentra sobrepasando el número de 212 viviendas, y el resto corresponde a terrenos destinados para el cultivo, el barrio se encuentra bajo la presidencia del Sr. Gerardo Arias. Se encuentra a 774466 E y 9956083 N.

El recurso hídrico del cual se abastecen, proviene de dos afloramientos de agua que nacen en el predio el Chaparral y que actualmente forma parte de la hacienda Tambillo Alto, de propiedad del Dr. Ricardo Izurieta Mora Bowen, el agua desemboca en el riachuelo conocido como Tambillo Yacu, del cual aprovecha en parte La Merced, de donde se vendieron los lotes del Comité.

2.1.2. Límites

Norte: Barrio Tambillo Centro.

Sur: Barrio El Rosal.

Este: Panamericana Sur.

Oeste: Barrio Tambillo Viejo.

GRÁFICO N° 3. ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Barrio la Merced. (2015).

2.1.3. Medio Físico

Temperatura: Entre 1,8 y 21,5 °C

Precipitaciones: 151 mm

Humedad relativa promedio al año: 80. 6%

Velocidad máxima promedio del viento: 7,6 m/s

Invierno: Noviembre – Marzo

Verano: Abril – Octubre

Geología: Rocas volcano-sedimentarias marinas de composición andesita-basáltica con intercalaciones de meta sedimentos de edad cretácica. INOCAR. 2015.

2.1.4. Medio Biótico

El barrio está ubicado en el Bosque Montano Bajo, se destacan las zonas de bosque secundario y primario: las especies vegetales más importantes y representativas son: ensillo, romerillo, cotijo de montaña, duco, cedro, malva, arrayán, aliso, helecho, laurel de ceda, chilca, floripondio, guanto, kikuyo, holco.

Entre las especies animales se destacan: zorrillos, pavas de monte, tangará, aves (platero, pechirojos, colibrí), chucuris, pez preñadilla.

2.1.5. Sistema de Agua Potable del Barrio la Merced

2.1.5.1. Antecedentes del Sistema

El sistema de agua potable se encuentra a cargo de la Junta Administradora de Agua Potable del Barrio la Merced, creada en el año 2004, en ese entonces bajo la presidencia del Sr. Gerardo Arias. Actualmente la presidencia está bajo la responsabilidad del Sr. Manuel Pastrano, cuya oficina se encuentra ubicada en el segundo piso de la casa barrial de la Merced, con un horario de atención los días sábados de 08h00 am a 13h00 pm a más de 212 usuarios.

2.1.5.2. Demanda Hídrica

El caudal de demanda hídrica calculado para uso doméstico de una Población Futura de 3.072 habitantes (512 lotes en total), del Sistema de Agua Potable para los moradores del Barrio la Merced de Tambillo, considerando una Dotación de 120 l/habitante/día, es el siguiente:

$$Q = 3.072 \times 120 / 86400 = 4,27 \text{ l/s.}$$

2.1.5.3. Concesión de Agua al Barrio la Merced

La Concesión fué realizada el 03 de Marzo de 2004 a cargo del Ing. Renzo Yerovi, en la cual SENAGUA concede el derecho de aprovechamiento de las aguas, a favor del Comité Pro – Mejoras del Barrio la Merced de Tambillo, ubicado en la Parroquia de Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, en ese entonces bajo la presidencia del Sr. Gerardo Arias, que se originan de los dos acuíferos que afloran en el margen derecho de la quebrada Tambillo Yacu y que descienden en el cauce de la citada quebrada de la siguiente manera: el acuífero N° 1, so obtiene un caudal de 1.50 l/s y del segundo 1,0 l/s, dando un caudal total de 2,50 l/s que se destinará al servicio de Agua Potable de una población de 3.072 habitantes, con una Dotación de 120 l/habitante/día, considerada como población futura del barrio la Merced de Tambillo.

Actualmente, el 30 de Marzo de 2015, se realizó la transferencia del derecho de aprovechamiento de aguas, en un caudal de 2,5 l/s, dentro del proceso de concesión No. 2023-03, la misma que pasará a nombre de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado la Merced. En el anexo N° 1 adjuntamos la transferencia de la concesión de agua a la Junta, concedido por SENAGUA.

2.1.5.4. Descripción del sistema de Agua Potable del Barrio la Merced

a) Fuentes de Abastecimiento

El primer afloramiento de agua se encuentra ubicado a 2 km del Barrio la Merced, en la hacienda Tambillo Alto predio el Chaparral, de propiedad del Dr. Ricardo Izurieta Mora Bowen, concretamente en el margen derecho de la quebrada Tambillo Yacu, se encuentra a 3.050 m.s.n.m con las Coordenadas: 9955 414,78 N y 771.077 E, con un caudal de 1,50l/s.

Alrededor del afloramiento se encuentra una construcción de ladrillos en la cual no existe una limpieza adecuada, pues se encuentra biomasa sobre los mismos, además la parte superior se encuentra cubierta con malla verde para evitar la caída de vegetación o materiales extraños, recalcando que partículas diminutas pueden atravesar dicha protección.

GRÁFICO N° 4. PRIMER AFLORAMIENTO DE AGUA



Fuente: Grupo de Investigación. (2015)

El segundo afloramiento se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 150 metros de la vertiente anterior en la hacienda Tambillo Alto predio el Chaparral, de propiedad del Dr. Ricardo Izurieta Mora Bowen, se encuentra a 3.048 m.s.n.m con las Coordenadas: 9955 405 N y 771 016 E, con un caudal de 1,00l/s.

No consta de una protección adecuada alrededor de la segunda vertiente de agua por lo que se encuentra propensa a sufrir contaminación además de la acumulación de biomasa y ladrillos deteriorados por el tiempo de construcción y humedad del lugar.

GRÁFICO N° 5. SEGUNDO AFLORAMIENTO DE AGUA



Fuente: Grupo de Investigación. (2015).

Seguidamente existe un tanque de unión de los dos afloramientos, que se encuentra en las siguientes coordenadas: 9975 378 N y 771 072 E, para la correspondiente conducción al tanque de almacenamiento. El caudal total de las dos vertientes corresponde a 2,50 l/s.

El tanque de unión se encuentra cubierto por una tapa de hierro impidiendo el ingreso de materiales contaminantes y acumulación de biomasa. Es importante mencionar que no consta de una cerca protectora alrededor del mismo, además que la limpieza es inadecuada, pues en su exterior e interior se encuentran vegetación como musgos.

GRÁFICO N° 6. UNIÓN DE LAS DOS VERTIENTES DE AGUA



Fuente: Grupo de Investigación. (2015).

b) Tanque de Almacenamiento

El tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 150 m³ cuya función es almacenar el agua proveniente de los afloramientos, se encuentra ubicado en la hacienda Tambillo Alto, al sur del camino empedrado que atraviesa la hacienda, ubicado en las siguientes coordenadas: 9954 613 N y 771 797 E. El área de terreno del tanque es de 15 x15m.

El tanque se encuentra cubierto por una malla de color verde apoyada en varillas de hierro que se encuentran oxidadas debido a la humedad, dicha malla impide el ingreso de materiales contaminantes o acumulación de biomasa.

Está propenso a la contaminación debido a que partículas diminutas pueden atravesar el diámetro de la malla, además se observó dentro del tanque la presencia de insectos: arañas, zancudos.

Existe cerramiento con malla alrededor del sistema de tratamiento donde se encuentra ubicado dicho tanque.

GRÁFICO N° 7. TANQUE DE ALMACENAMIENTO



Fuente: Grupo de Investigación. (2015).

c) Desarenadores

Existen dos desarenadores en paralelo, para lo cual el primer desarenador opera mientras que el segundo se encuentra en limpieza y viceversa, cada desarenador mide 1,70 m de alto, 2.60 m de ancho y 6.60 m de longitud, ubicados en la hacienda Tambillo Alto, al sur del camino empedrado que atraviesa la hacienda anteriormente mencionada, en las coordenadas: 9954 603 N y 771 798 E, cada uno poseen una capacidad de 29.17 m³.

Los desarenadores se encuentran un poco deteriorados en su parte interna debido a su tiempo de operatividad, no poseen ninguna protección en su parte superior, además se observó en las esquinas del desarenador en operatividad la presencia de insectos: arañas, zancudos.

- ***Cálculo del desarenador***

El cálculo desarrollado indica que el desarenador construido es apropiado para el tratamiento físico del agua, pues abastece el caudal de agua con el que cuenta el Barrio la Merced.

Datos

$$Q = 2,5 \text{ l/s} \rightarrow 0,0025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

Desarrollo cálculo del canal:

- Área Hidráulica

$$AH = 0,10 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}$$

$$AH = 0.012 \text{ m}^2$$

- Perímetro Mojado

$$X = 0,10 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 0,10 \text{ m}$$

$$X = 0,32 \text{ m}$$

- Radio Hidráulico

$$R = \frac{AH}{X}$$

$$R = \frac{0,12 \text{ m}^2}{0,32 \text{ m}}$$

$$R = 0,0375 \text{ m}$$

- Velocidad

$$v = \frac{1}{n} \times (R)^{2/3} \times (i)^{1/2}$$

$$v = \frac{1}{0,016} \times (0,0375)^{2/3} \times (0,001)^{1/2}$$

$$v = 0,221 \text{ m/s}$$

- Caudal

$$Q = AH \times v$$

$$Q = 0,012 \text{ m}^2 \times 0,221 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$$

Desarrollo cálculo del Desarenador:

Datos:

$$Q = 2,5 \text{ l/s} \rightarrow 0,0025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

- Volumen

$$V = Q \times t$$

$$V = 0,0025 \text{ m}^3/\text{s} \times 360 \text{ s}$$

$$V = 0,9 \text{ m}^3$$

- Área del Desarenador

$$AD = \frac{V}{L}$$

$$AD = \frac{0,9 \text{ m}^3}{6 \text{ m}}$$

$$AD = 0,15 \text{ m}^2$$

- Base

$$AD = b \times 0,10 \text{ m}$$

$$b = \frac{0,15 \text{ m}^2}{0,10 \text{ m}}$$

$$b = 1,5 \text{ m}$$

Los cálculos efectuados permitieron verificar las medidas de cada desarenador, siendo aptos para su funcionamiento.

GRÁFICO N° 8. DESARENADOR 1 EN FUNCIONAMIENTO



Fuente: Grupo de Investigación. (2015).

GRÁFICO N° 9. DESARENADOR 2 EN MANTENIMIENTO



Fuente: Grupo de Investigación. (2015).

d) Tanque de Cloración y dosificación

El tanque de cloración tiene forma circular completamente cerrado, su parte superior tiene forma de cúpula, y en el centro se ubica la tapa de entrada, además en sus extremos dos aireadores para oxigenar el agua.

Tiene una altura de 3m y un diámetro de 8.36 m. con una capacidad de 170 m³, sus coordenadas de ubicación son: 9954 596 N y 771 808 E. Existe cerramiento con malla alrededor del sistema de tratamiento donde se encuentra ubicado dicho tanque.

GRÁFICO N° 10. TANQUE DE CLORACIÓN



Fuente: Grupo de Investigación. (2015).

- ***Proceso de dosificación del cloro***

La dosificación del cloro se lo realiza todos los días a las siete de la mañana para lo cual se aplica una pastilla de cloro, recalando que existe problemas de dosificación pues durante el muestreo y por los resultados obtenidos se verificó que no abastece a la cantidad de agua requerida, más adelante se muestran los resultados del análisis microbiológico del agua de consumo humano de la Merced.

El dosificador Provitab 3 opera bajo el sistema de erosión, mediante la utilización de tabletas de hipoclorito de calcio, dicho dosificador disuelve gradualmente las tabletas, mientras recorre una corriente de agua a través de ella.

GRÁFICO N° 11. DOSIFICADOR DE CLORO PROVITAB 3



Fuente: Grupo de Investigación. (2015).

El proceso de dosificación tiene inconvenientes pues las pastillas son colocadas por el operador una cada día, cuando lo adecuado es colocar en el dosificador todas las pastillas necesarias que con el fin de que las tabletas se vayan diluyendo y a su vez se reemplacen con otras nuevas, las mismas que caen por gravedad dentro del sistema o cámara. Es así que el depósito no siempre permanece lleno por lo que no hay una desinfección continua, además es necesario limpiarlo pues se presentan obstrucciones, recalando que el producto tiene contacto con el operario tal como vemos en el gráfico N° 12, lo cual altera el sistema.

Para la Organización mundial de la Salud. 2004. Existe alrededor del 10 % de error al realizar la desinfección del agua empleando dosificadores de cloro, pues muchas de las pastillas se adhieren o forman cavernas y no caen en la cámara de disolución. En referencia al monitoreo del cloro residual no se lo realiza frecuentemente, y no existe un registro de los parámetros de ingreso que influyen en la variabilidad de éste control. El cloro residual óptimo en un suministro pequeño y comunal de agua está en el rango de 0,3 a 0,5 mg/L.

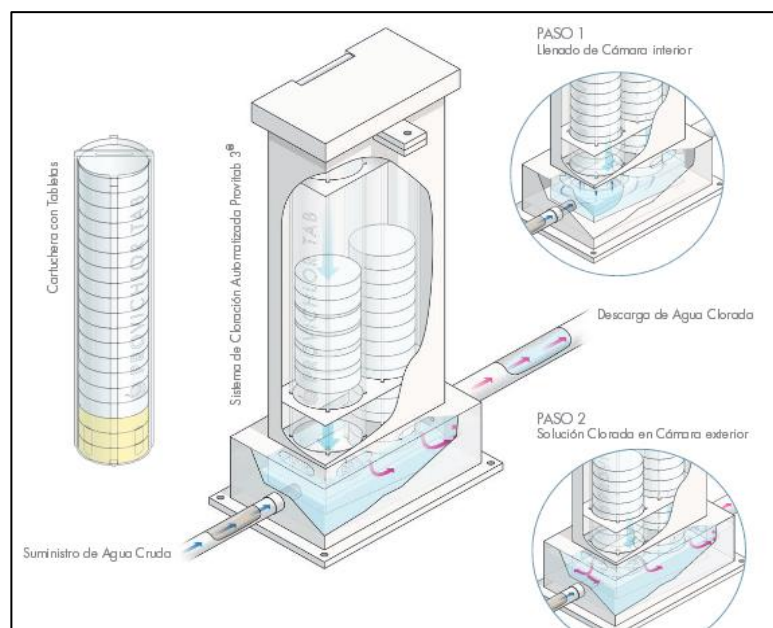
GRÁFICO N° 12. DOSIFICACIÓN INCORRECTA



Fuente: Grupo de Investigación. (2015).

Provitab 3 menciona que en su funcionamiento no debe existir contacto de ningún tipo con las pastillas de cloración, ya que el depósito debe permanecer lleno para lograr una óptima cloración continua, como lo indica el gráfico N° 13.

GRÁFICO N° 13. DOSIFICACIÓN DE CLORO CORRECTA



Fuente: Provitab. (2015).

- **Cálculo de dosificación:**

El dosificador que posee el Barrio la Merced se denomina: Provitab 3 con una capacidad de 7.6 Kg de pastillas de hipoclorito de calcio, a continuación se desarrolló el cálculo de dosificación óptimo para lograr una desinfección adecuada.

Datos:

Peso de la pastilla: 200 gr → 0.2kg

Capacidad del tanque de cloración: 170 m³ → 170000 l

Capacidad del equipo Provitab 3: 7,6 kg → 38 pastillas de hipoclorito de calcio con un peso de 0.2 kg cada una.

Dosificación por pastilla: Una pastilla de 0.2 kg de hipoclorito de calcio desinfecta 20 m³ de agua equivalente a 20000 litros de agua.

- **Cálculo de la capacidad total de cloración de Provitab 3:**

$$0.2\text{kg} = 20\text{m}^3 \quad = \frac{7.6 \text{ kg} \times 20 \text{ m}^3}{0.2 \text{ kg}} = 760 \text{ m}^3$$

$$7.6\text{kg} = ?$$

Provitab 3 con su depósito lleno de pastillas equivalente a 7.6 kg abastece una desinfección de un tanque con 760 m³ de agua.

- **Cálculo de la dosificación de pastillas de hipoclorito de calcio necesarias para la desinfección del agua con una capacidad del tanque de cloración de 170 m³.**

7.6 kg equivale a 38 pastillas para una capacidad de cloración de 760 m³.

$$760 \text{ m}^3 = 7.6 \text{ kg} \quad = \frac{170 \text{ m}^3 \times 7.6 \text{ kg}}{760 \text{ m}^3} = 1.7 \text{ kg}$$

$$170 \text{ m}^3 = ?$$

Para el tanque de cloración de 170 m³ que posee el Barrio la Merced es necesario la aplicación de 1.7 kg de hipoclorito de calcio en pastillas.

En donde:

$$7.6 \text{ kg} = 38 \text{ pastillas} \quad = \frac{1.7 \text{ kg} \times 38 \text{ pastillas}}{7.6 \text{ kg}} = 8.5 \text{ pastillas}$$

$$1.7 \text{ kg} = ?$$

La capacidad del tanque de cloración del barrio la Merced es de 170 m³, lo cual evidencia que el dosificador es apto para desinfectar el agua, siempre y cuando esté lleno el depósito de pastillas.

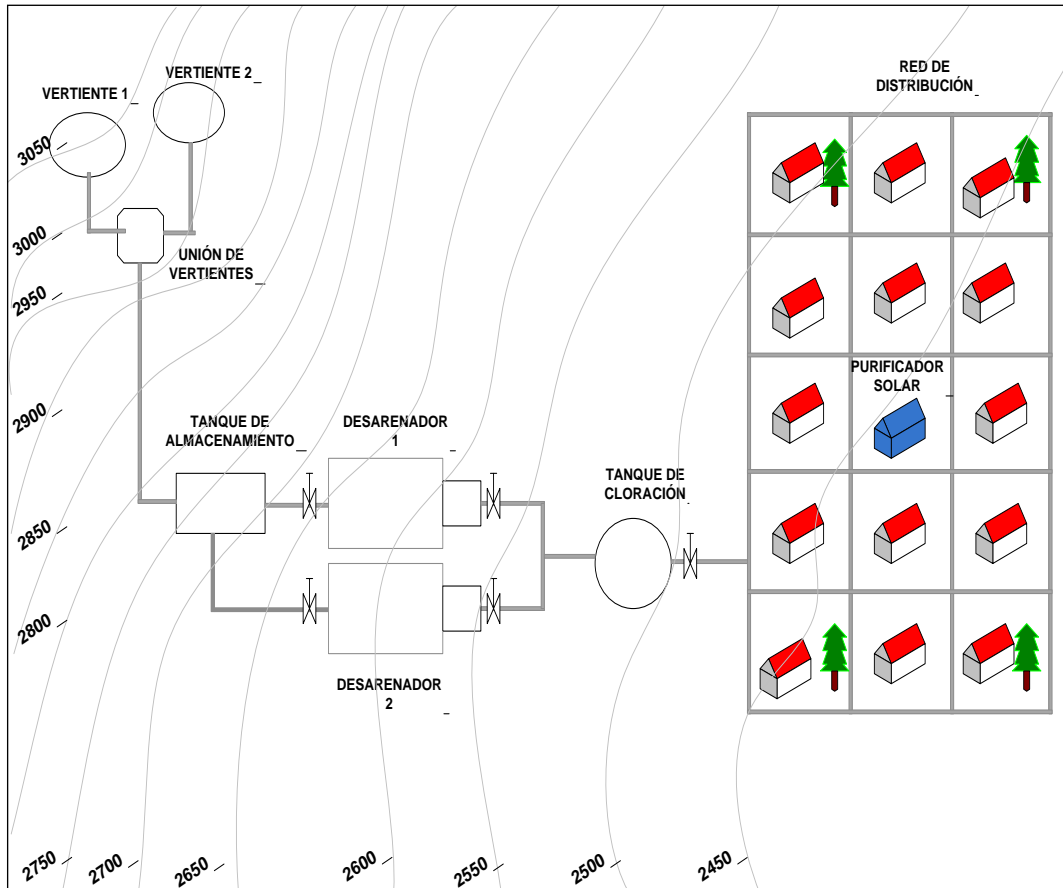
Es necesario que el depósito de las tabletas esté lleno pues se necesitan 8.5 pastillas para clorar diariamente 170 m³ de agua, contrario a la cloración que se realiza actualmente en el Barrio la Merced pues se coloca diariamente un sola pastilla de cloro.

e) Conducción y empate a la Red de Distribución

Los 2 km aproximados de línea de conducción han sido construidos por la comunidad utilizando tubería PVC de 110 mm.

Referente a la Red de Distribución se ha realizado con tubería PVC E/C de 110 mm en una longitud de 740 m, desde el tanque de cloración hasta la intersección de las calles CBA y CTA, en la parte superior del barrio.

GRÁFICO N° 14. ESQUEMA HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO LA MERCED



Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

2.1.5.5. Funcionamiento y mantenimiento del Sistema de Agua Potable del Barrio la Merced

El operario encargado de realizar el mantenimiento y limpieza de los tanques de recepción, los desarenadores, y tanque de cloración es el señor Marco Cueva y se lo realiza cada miércoles de todas las semanas.

El sistema de tratamiento de agua del Barrio la Merced pasa en funcionamiento las 24 horas del día, para lo cual cada día se aplica pastillas de cloro a las 07h00 am, en lo que respecta a los afloramientos de agua se realiza una limpieza de la maleza circundante cada mes con el objeto de evitar que se acumule biomasa.

Referente al tanque de recepción consta de una malla en la superficie para evitar la caída de materiales que pueden contaminar el agua, a continuación el primer desarenador funciona permitiendo que el material sólido transportado en suspensión se deposite en el fondo, de donde es retirado periódicamente, mientras que el segundo desarenador se encuentra en mantenimiento y limpieza para activarlo en cuanto se requiera y viceversa, finalmente el agua pasa al tanque de cloración el mismo que es de estructura cerrada para evitar contaminación, además contiene dos aireadores en su parte superior para oxigenar el agua.

2.1.5.6. Dotación y cobro a usuarios del Agua Potable del Barrio la Merced

Los usuarios pagan el precio base por consumir 15m³ que es de \$1,75 de los cuales \$ 1,25 es destinado para trabajos de operación y mantenimiento, y los \$ 0,50 ctvs restantes son para cubrir los gastos de contrato del contador.

Cuando el usuario excede los 15m³ de consumo de agua, paga un precio adicional de \$ 0,25 ctvs por cada m³ excedente, dicho pago se lo realiza cada mes, los días sábados de 08h00 am a 13h00 pm en las oficinas de la Junta.

2.2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.2.1. Tipo de Investigación

En el presente trabajo investigativo se desarrollaron los siguientes tipos de investigación:

2.2.1.1. Investigación Bibliográfica

Según: GARCÉS, Hugo. (2000). “Es aquella que proporciona el conocimiento de diferentes fuentes de investigaciones ya existentes.” p. 70

Éste tipo de investigación se realizó para recopilar información sobre estudios relacionados a la desinfección microbiológica del agua de consumo humano mediante el empleo de un purificador solar y su tratamiento complementario de la lámpara UV, esto constituyó el punto de partida en el proceso de investigación.

2.2.1.2. Investigación de Campo

Según: SAMPIERI, Roberto. (1999). “Se basa en métodos que permiten recoger los datos en forma directa de la realidad donde se presenta.” p. 28

Ésta investigación se aplicó en dos fases, la primera fue la toma de muestras del agua de consumo humano en el tanque de captación - unión cuando el agua aún no ha sido tratada y la segunda en el grifo de agua que corresponde a la sometida a tratamiento mediante cloración para el correspondiente análisis microbiológico, la segunda fase se aplicó en el muestreo del agua obtenida al ser tratada con el

purificador solar y lámpara UV, además nos permitió la obtención de datos primarios necesarios para la investigación.

2.2.1.3. Investigación Descriptiva

Según: TAMAYO, Mario. (1999). “Consiste fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.” p. 44

Éste tipo de investigación se aplicó para describir e interpretar las características microbiológicas del agua obtenidas del análisis de laboratorio, en términos claros y precisos. Además la correspondiente descripción de los rasgos que poseen los materiales a emplearse para el diseño y armado del purificador solar y lámpara UV con su correspondiente funcionamiento.

2.2.1.4. Investigación Analítica

Según: TAMAYO, Mario. (1999). Se basa en el análisis que consiste en la desmembración de un todo, en sus elementos para observar su naturaleza, peculiaridades, relaciones. p 38

En la presente investigación se la aplicó en el análisis microbiológico de laboratorio en el cuál se identificaron los patógenos que posee el agua de consumo humano en estudio, de la misma manera la tratada por el purificador solar y su tratamiento complementario como es la lámpara UV.

2.2.1.5. Investigación Cuantitativa

Según: GARCÉS, Hugo. (2000). “Es el procedimiento de decisión que pretende decir, entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística.” p 87

Éste tipo de investigación se aplicó al representar mediante gráficos estadísticos el nivel de descontaminación de las UFC de cada indicador presente dentro de la investigación en el agua cruda y la tratada mediante cloración, de la misma forma se aplicó en aquella que ha sido tratada por el purificador solar y su tratamiento complementario como es la lámpara UV, finalmente al realizar tablas comparativas entre los patógenos detectados en los análisis de laboratorio con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente.

2.2.1.6. Investigación Cualitativa

Según: Pérez, S. (1994). “La investigación cualitativa se considera como un proceso activo, sistemático y rigurosos de indagación dirigida en el cual se toman decisiones sobre lo investigable.” p. 465

En la investigación, se la realizó al interpretar y analizar las cantidades de patógenos encontrados en unidades formadoras de colonias obtenidas en los resultados de laboratorio antes y después de implementar el purificador solar y lámpara UV, lo cual permitió establecer la calidad de agua de consumo humano que posee el Barrio la Merced, a nivel microbiológico, lo cual constituye un aporte primordial para el buen vivir de los moradores del sector en estudio.

2.2.2. Metodología

La presente investigación es experimental ya que se manejaron dos variables que son la calidad microbiológica del agua de consumo humano y el diseño del purificador solar.

Mediante las variables anteriormente mencionadas se realizó el diagnóstico actual de la calidad microbiológica del agua de consumo humano, para determinar los parámetros de contaminación en los diferentes puntos de muestreo. Posteriormente se diseñó, armó e implementó el purificador solar acompañado de una lámpara UV como tratamiento complementario, con el fin de disminuir la contaminación microbiológica del agua haciéndola apta para el consumo humano en beneficio de los moradores del Barrio la Merced de la Parroquia de Tambillo, como alternativa de tratamiento a nivel doméstico.

2.2.3. Unidad de estudio

2.2.3.1. Muestra

En la presente investigación la muestra fue de tipo no probabilístico ya que ha sido determinada en la cantidad de 1 vivienda, de acuerdo a los requerimientos de la investigación, donde se efectuó la implementación del purificador solar y lámpara UV.

La vivienda es de propiedad del señor Raúl Negrete del Barrio la Merced, con lote N° 355, ubicada en la parte céntrica del sector en estudio.

2.2.4. Métodos y Técnicas

2.2.4.1. Métodos

En la presente investigación se utilizaron los siguientes métodos:

a) Método Científico

Según: GARCÉS, Hugo. (2000). “Es un proceso sistemático y organizado mediante el cual se trata de hallar una respuesta a un problema planteado.” p 20

En la presente investigación se lo aplicó al seguir procedimientos sistemáticos para el cumplimiento de los objetivos y obtener resultados veraces. Primero se realizó el diagnóstico actual de la calidad microbiológica del agua de consumo humano del Barrio la Merced, posteriormente se diseñó el purificador solar basado en el volumen de agua que una familia utiliza para beber diariamente, con el objeto de realizar el correspondiente tratamiento a los indicadores presentes en los resultados obtenidos del análisis microbiológico de laboratorio, para finalmente proceder a la correspondiente implementación y socialización a los moradores.

b) Método Deductivo

Según: RUIZ, Ramón. (2006). Es el método que permite pasar de afirmaciones de carácter general a hechos particulares. p 40

Éste método se lo desarrolló en el estudio del todo que constituyó el problema de la calidad microbiológica del agua de consumo humano, la misma que se analizó

para conocer los patógenos microbiológicos que constituyeron los elementos particulares, siguiendo el proceso de: principios, deducción y consecuencias.

c) Método Analítico

Según: RUIZ, Ramón. (2006). “Se basa en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.” p 50

En la presente investigación se aplicó a los resultados de los análisis microbiológicos, pues se analizó cada indicador que estuvo presente en el agua de consumo humano para a posterior tratarlos empleando el purificador solar y su tratamiento complementario de la lámpara UV como alternativa de desinfección.

2.2.4.2. Técnicas

a) Observación

Según: GARCÉS, Hugo. (2000). “Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, para tomar información y registrarla para su posterior análisis.” p 115

En lo que respecta a la presente investigación se la efectuó en las visitas de campo donde se encuentran ubicadas los dos afloramientos de agua que son las fuentes de abastecimiento y los tanques de unión, almacenamiento, desarenadores, tanque de cloración y grifo de agua para la toma de muestras, además, se aplicó la técnica de observación directa en el control constante del funcionamiento del purificador solar y lámpara UV.

b) Muestreo

Según: GARCÉS, Hugo. (2000). “Proceso que se debe seguir para obtener la muestra para análisis, la cual se realiza de forma sistemática precautelando la representatividad y la preservación antes de ser analizada.” p.137

En la presente investigación se efectuó el muestreo en base a la normativa INEN 1108:2011, INEN 2176 y 2169:1998, los puntos de muestreo de la Fase 1 fueron: 1) En el tanque de captación de los dos afloramientos de agua que corresponde al agua cruda es decir sin tratamiento, 2) El segundo muestreo fue en el grifo de agua de una vivienda del barrio la Merced, es decir en la red de distribución, el cual constituye el punto de llegada del agua para el abastecimiento la que ha sido previamente tratada mediante cloración.

A posterior en la Fase 2 una vez implementado el purificador solar y lámpara UV se tomaron las muestras tratadas por éste sistema durante un día soleado en el mes de Febrero y parcialmente soleado en el mes de Marzo, con un total de seis muestras, en lo referente a la conservación de las muestras, una vez que se realizó el muestreo se acondicionó de modo que no se vean alteradas y se trasladó inmediatamente al laboratorio de microbiología de la Universidad Central del Ecuador en menos de 24 horas.

2.2.5. Descripción Metodológica del antes y después de la Implementación del Purificador Solar y Lámpara UV

2.2.5.1. Primera fase: Muestreo para la determinación de la Calidad Microbiológica del Agua de Consumo Humano

a) Reconocimiento y recorrido del Área de Estudio

Se inició la investigación con el reconocimiento y recorrido del área de estudio, esto se efectuó con un navegador satelital GPS expert con el cual se tomó las coordenadas planas necesarias y finalmente con la ayuda de la información cartográfica se analizó los factores más relevantes del sitio.

b) Identificación de Puntos de Muestreo

La identificación de los puntos de muestreo se lo realizó en base a los requerimientos de la investigación con el fin de encontrar sitios adecuados para la toma de muestras y evaluar las condiciones actuales del área de estudio, todo esto con la objetivo de a posterior realizar una tabla comparativa de los resultados obtenidos del antes y después del estudio.

c) Determinación de los Puntos de Muestreo

Se basó en el establecimiento de los puntos de muestreo representables para la determinación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano del Barrio La Merced.

El punto inicial de muestreo correspondió al tanque de captación de los dos afloramientos que forman un solo caudal de 2,50 l/s, se consideró este un punto crítico porque se encuentra expuesta a contaminación, debido al deterioro que presenta el mismo y a la biomasa presente en los alrededores de su ubicación, además que permite establecer la calidad del agua antes de ingresar al sistema de tratamiento.

El punto final de muestreo correspondió al agua del grifo de una vivienda que se encuentra en el punto medio de la red de distribución, el mismo que es de uso continuo.

d) Materiales de Muestreo

- Envases plásticos recolector de muestra con tapa rosca esterilizados.
- Alcohol
- Guantes quirúrgicos
- Colector de muestras
- Cinta masquin
- Termómetro
- GPS
- Cámara Fotográfica
- EPP (Equipo de Protección Personal)
- Etiquetas

e) Toma de Muestras

- *Toma de muestra en el tanque de Captación de los dos afloramientos de agua*

El Muestreo se realizó Según la Norma INEN 1108:2011 en la que menciona: El muestreo para el análisis microbiológico, debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y en las Normas INEN 2176 y 2169 para calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de las muestras.

- La toma de la muestra se la realizó el día 6 de Enero del 2015 a las 6:40 a.m., en un recipiente con capacidad de un litro de agua, utilizando botellas tipo PET esterilizadas.
- Con el recipiente debidamente esterilizado con alcohol, se procedió a la toma de la muestra, para lo cual se sumergió el recipiente en el agua del tanque de captación a una profundidad de 15 a 30 cm.
- Luego se procedió a cerrar el recipiente a medio sumergir en el agua, se lo agitó y se arrojó el líquido contenido en el frasco, esto se lo realizó con el objetivo de acondicionar el envase para evitar cualquier tipo de alteración de los microorganismos presentes en el agua.
- Después se sumergió el recipiente nuevamente en el agua del tanque de captación a una profundidad de 15 a 30 cm, para llenar el mismo, y se procedió a cerrar el recipiente.

- La muestra de agua fue analizada en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador en la Facultad de Ciencias Químicas de la OSP, para determinar la presencia o ausencia de Salmonella typhi, y la cuantificación de Coliformes fecales, Coliformes totales, Bacterias Anaerobias Mesófilos y Escherichia Coli, esto se lo realizó para poder determinar la calidad microbiológica del agua de consumo humano del barrio la Merced.

- ***Toma de la muestra en el grifo de Agua.***

- La toma de la muestras se la realizó el día 6 de Enero del 2015 a las 7:30 a.m. en un recipiente con capacidad de un litro de agua, utilizando botellas tipo PET esterilizadas.
- El procedimiento se inició con la desinfección del grifo de agua cerrado utilizando alcohol, luego se dejó correr el líquido durante dos minutos con el objetivo de acondicionar la boca de la llave de agua, evitando la presencia de patógenos extraños que no estén contenidos en el fluido.
- En seguida con el recipiente debidamente esterilizado y acondicionado se procedió a la toma de la muestra, sin tocar la boca del envase, y de igual manera cuidando que no toque ninguna superficie se recogió el agua, se cerró el recipiente se lo agitó y se arrojó el líquido contenido en el envase, esto se lo realizó con el objetivo de acondicionar el recipiente para evitar cualquier tipo de alteración de los microorganismos presentes en el agua.
- Inmediatamente se procedió nuevamente a tomar la muestra de agua, llenando al envase en un 70 % de su total y finalmente fue cerrado.

f) Identificación de las muestras

Los recipientes que contienen las muestras se etiquetaron de manera clara con el objeto que el laboratorio permita la identificación sin ningún tipo de error, para ello la etiqueta constó del número, fecha, hora, lugar de la toma y nombre del grupo de investigación responsables del muestreo.

g) Conservación y transporte de las muestras

Para mantener la representatividad de las muestras se enviaron al laboratorio de Microbiología de la Universidad Central del Ecuador en menos de 24 horas y durante la transportación, las muestras se guardaron manteniendo un ambiente fresco y protegido de la luz. Los indicadores microbiológicos enviados analizar fueron: la presencia o ausencia de *Salmonella typhi*, y la cuantificación de Coliformes fecales, Coliformes totales, Bacterias Anaerobias Mesófilos y *Escherichia Coli*, esto se lo realizó para poder determinar la calidad microbiológica del agua de consumo humano del barrio la Merced.

2.2.5.2. Segunda fase: Diseño, armado, funcionamiento del Purificador Solar y Lámpara UV y Muestreo del agua tratada mediante éste sistema

Una vez obtenido los resultados de las muestras de agua de los cinco parámetros (*Salmonella typhi*, Coliformes fecales, Coliformes totales, Bacterias Anaerobias Mesofilas y la de *Escherichia Coli*) que fueron tomados en el tanque de captación de los dos acuíferos y del grifo de agua, se determinó la presencia del indicador microbiológico de Coliformes totales en ambos puntos de muestreo, como lo indican las tablas N° 16 y N° 17.

Mediante los resultados obtenidos podemos concluir que el agua del que se abastece el barrio la Merced no está totalmente descontaminada, puesto que se encontró la presencia de Coliformes Totales que inducen al ser humano a contraer enfermedades gastrointestinales en quienes la consumen.

Por consiguiente es imprescindible la aplicación de alternativas que sean eficaces, con materiales que sean de fácil acceso, de precios y tiempo bajo, enfocados en mejorar la calidad microbiológica del agua de consumo humano, y que sobre todo sean amigables con el ambiente. Uno de los métodos existentes para potabilizar el agua y que cumple con las características mencionadas, es el purificador solar, el cual es acompañado de un sistema de esterilización por radiación ultravioleta (UV), este es un sistema para tratar el agua contaminada microbiológicamente a nivel doméstico mejorando la calidad del líquido para el consumo humano.

a) Diseño del Purificador Solar y Lámpara UV

Para el diseño del purificador solar y su tratamiento complementario como es la lámpara UV, fue necesario calcular el volumen de agua, que una familia utiliza para beber diariamente, a continuación se detalla el respectivo cálculo:

- *Cálculo para el dimensionamiento del Purificador Solar y Lámpara UV*

Método

Considerando estos resultados se procedió a la construcción del purificador solar-lámpara UV que fue realizado de acuerdo a las necesidades de la investigación, para el diseño y armado del mismo se realizó el cálculo del volumen de agua a tratarse en la vivienda, que se basó en la metodología utilizada en el Estudio de Hábitos de vida en España (2011). Para las dimensiones del purificador solar y

lámpara UV se consideró que debe tener una capacidad de 15 litros de agua según el cálculo realizado. Para esto se tomó en cuenta 35 ml como medida del agua que una persona debe consumir diariamente y la proporción corresponde al peso de la persona, la multiplicación de estos nos da el número de litros que se debería consumir diariamente siendo así la unidad de estudio: 35 ml diarios= 0.03500 Litros.

En una vivienda viven seis personas:

$$80\text{kg} \times 0.03500\text{Litros} = 2,8 \text{ L/kg}$$

$$75\text{kg} \times 0.03500\text{Litros} = 2,6 \text{ L/kg}$$

$$64 \text{ kg} \times 0.03500\text{Litros} = 2,2 \text{ L/kg}$$

$$53\text{kg} \times 0.03500\text{Litros} = 1,86 \text{ L/kg}$$

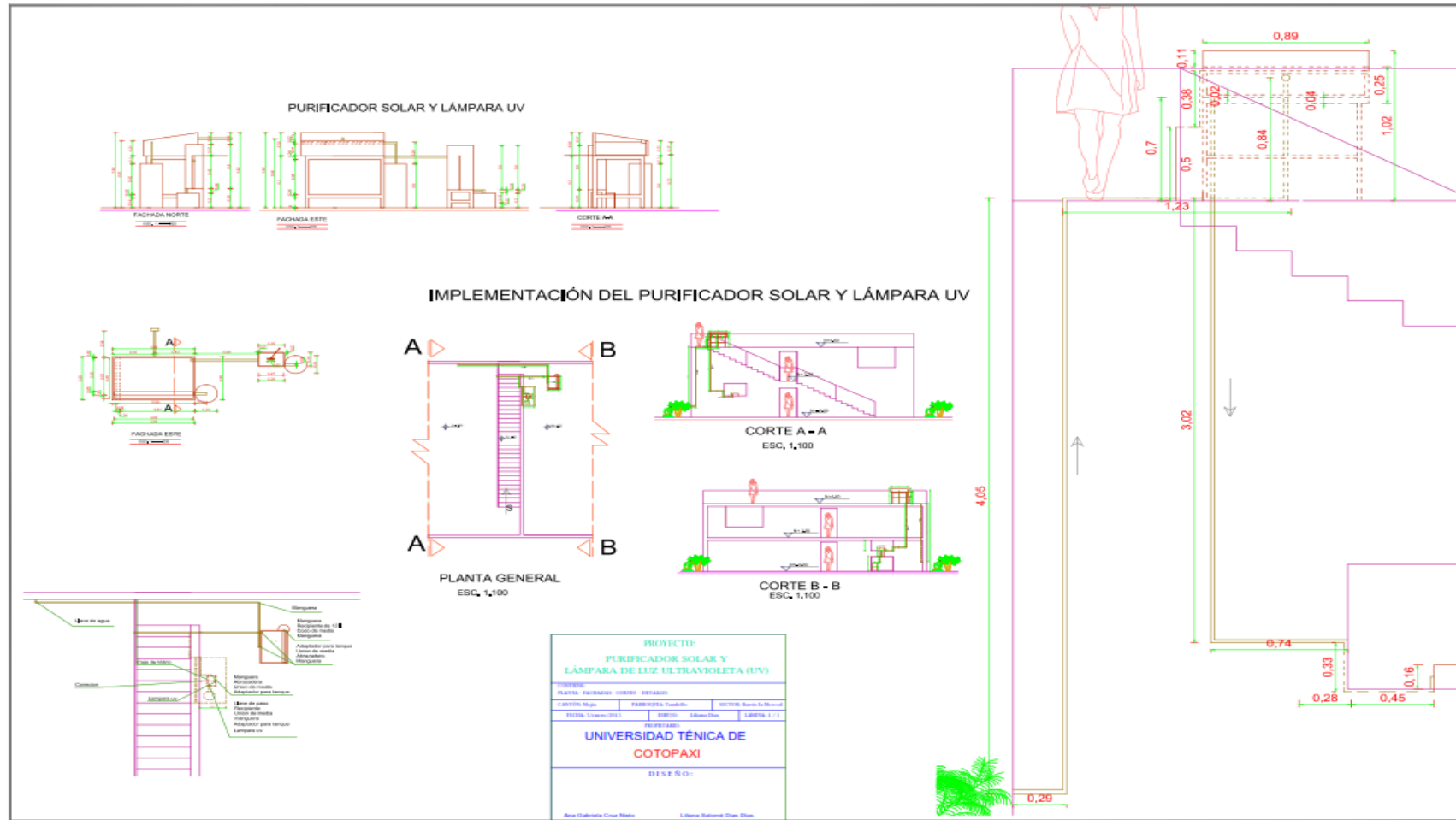
$$49 \text{ kg} \times 0.03500\text{Litros} = 1,72 \text{ L/kg}$$

$$40 \text{ kg} \times 0.03500\text{Litros} = 1,4 \text{ L/kg}$$

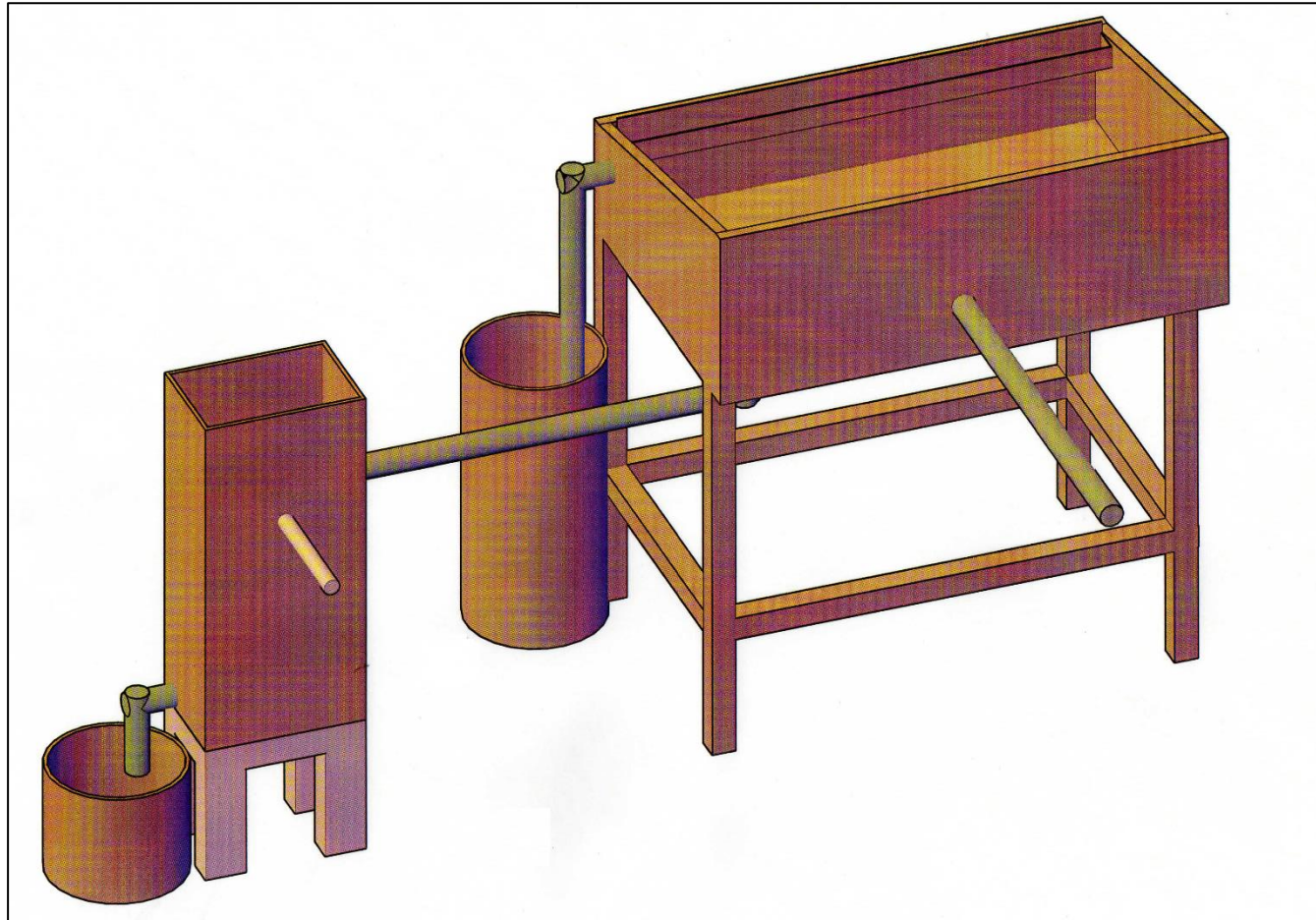
Total agua necesaria a tratarse para una vivienda en la que habitan seis personas: 12,58 litros diarios/kg →13 l

Es importante mencionar que la proporción correspondiente al peso de una persona puede subir o bajar, además que pueden incorporarse más integrantes en la familia en condiciones futuras y por ese motivo se consideró aumentar al doble de la capacidad del volumen de agua calculada para el purificador solar y lámpara UV, siendo ésta de 26 litros. Total capacidad del purificador solar y lámpara UV: 26 litros diarios.

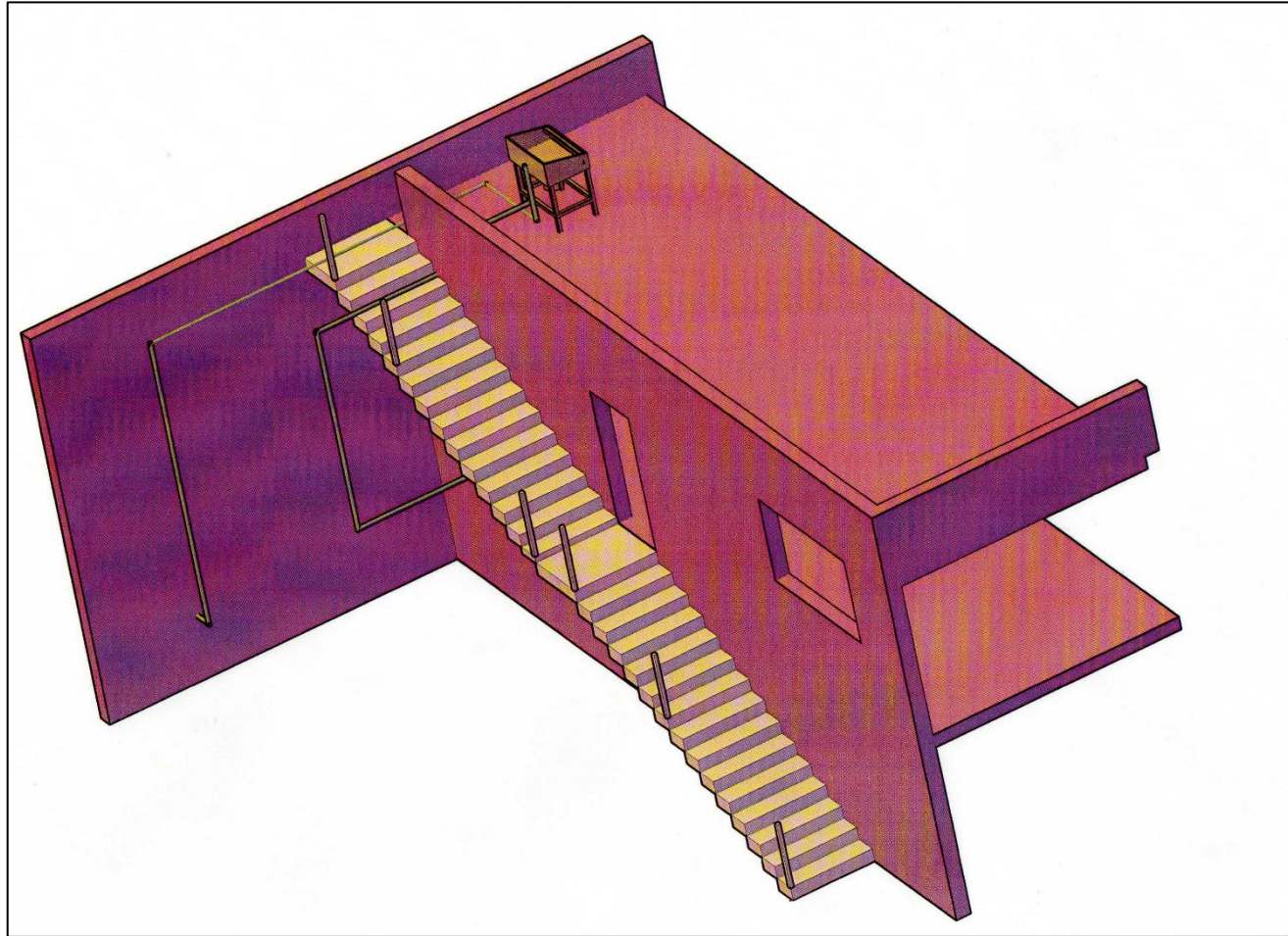
- *Vista 2D del diseño del Purificador Solar y Lámpara UV incorporados en una vivienda de dos pisos*



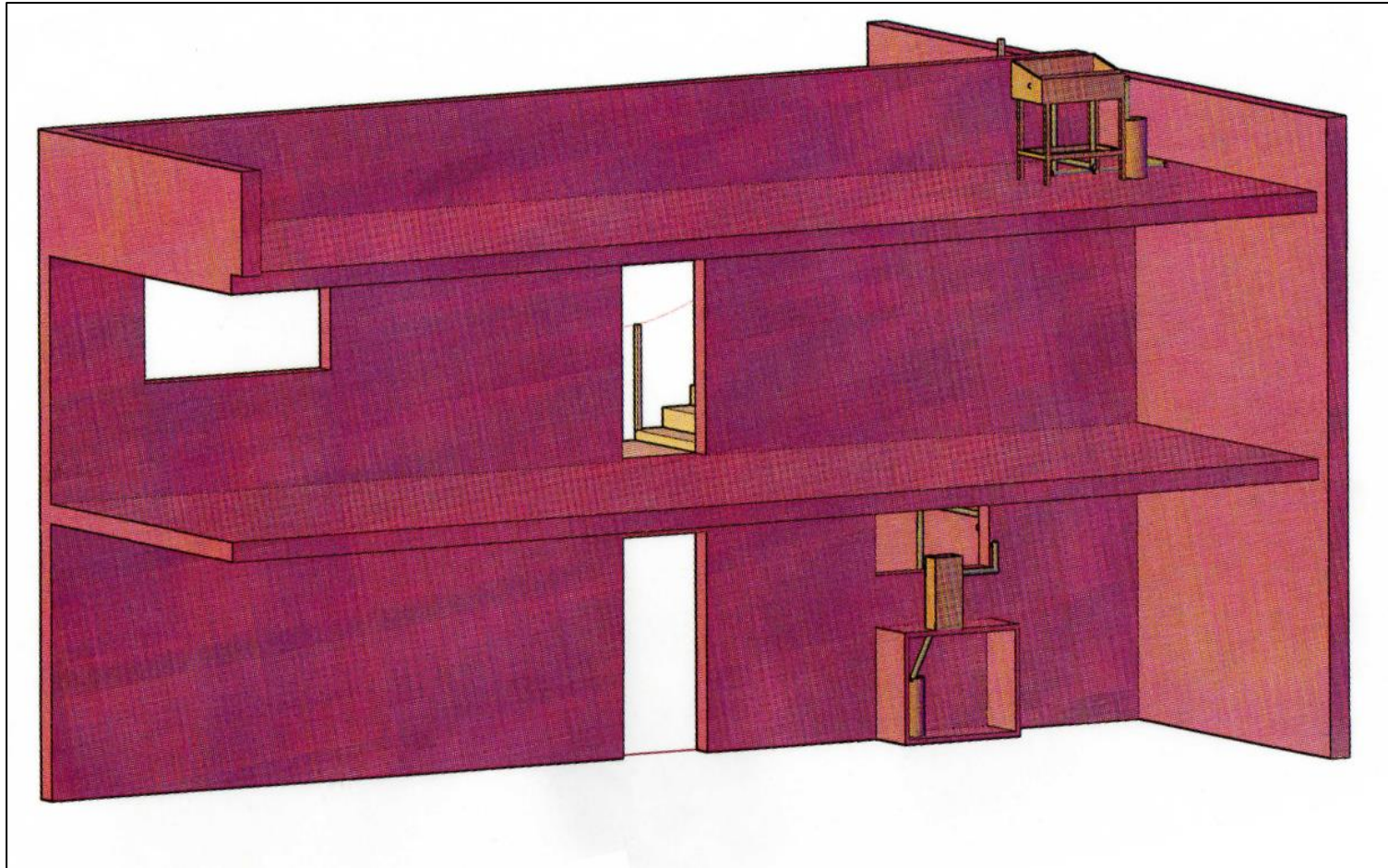
- *Vista 3D del diseño del Purificador Solar y Lámpara UV*



- *Vista frontal 3D del diseño del Purificador Solar y Lámpara UV implementados en una vivienda de dos pisos*



- *Vista posterior 3D del diseño del Purificador Solar y Lámpara UV implementados en una vivienda de dos pisos*



b) Materiales para la construcción del Purificador Solar y Lámpara UV

A continuación se describen los materiales necesarios para la construcción del purificador solar y lámpara UV:

- Un flexómetro.
- Dos codos de plástico de pvc de $\frac{3}{4}$ pulgada.
- 20 Metros de manguera de jardín transparente de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- 8 Abrazaderas.
- 6 Niplos plastigama flex 1/2".
- 2 Destornilladores: estrella y plano.
- 2 Válvulas plastigama compacta 1/2".
- 1 Empaque.
- 2 Adaptadores de llave se paso.
- 1 Adaptador de llave de agua.
- 8 Uniones de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- 4 Adaptadores plastigama para tanque 1/2".
- Alcohol.
- Silicón y pistola.
- Charola de acero inoxidable.
- Lamina de vidrio.
- Caja de Vidrio.
- Estructura de madera.
- Dos recipientes de 20 ltrs.
- 1 lámpara UV de uso domiciliar.

c) Armado del Purificador Solar y Lámpara UV

Para la construcción del purificador solar se desarrolló el siguiente procedimiento:

- ***Estructura Base del Purificador***

Es una estructura de base para todo el sistema, está compuesto de una caja, para la misma se cortaron cinco pedazos de madera; la parte posterior tiene un dimensionamiento de 89 cm de largo por 32 cm de alto, la parte frontal es de 89 cm por 21 cm, los laterales forman una figura trapezoidal rectangular con 59 cm de largo, 32 cm de ancho en la parte superior y 21 cm en la inferior, finalmente la base es de 89 cm por 59 cm, éstas medidas se las realizaron con el fin de tener una inclinación de 29° C que posteriormente servirán para que la lámina de vidrio permita la caída del agua evaporada.

Seguidamente fueron ensambladas, clavadas, lijadas y pintadas, posteriormente se procedió a colocar vidrio de 4 mm de espesor en la parte interior de la caja para impedir que se infiltre la humedad, además que crean un ambiente térmico.

Esta caja tiene tres perforaciones la primera para la entrada del agua a tratarse, la segunda para que salga el líquido que no ha sido evaporada y la tercera para la salida del fluido evaporado como lo indica el gráfico N° 15.

Una vez que la caja de madera se encontraba construida se continuó con los bordes de la parte superior, pegando un empaque de caucho en la madera, con la intención de evitar que la lámina de vidrio y caja rocen, choquen e incluso para que no exista fuga de calor.

La primera perforación se hizo de ½ pulgada ubicado en la parte superior centrado del lado posterior, colocando un adaptador de tanque para realizar la conexión externa con la manguera que trae el agua a tratarse, en la parte interna de la caja se

colocó una unión en el adaptador con el fin de evitar que el líquido se derrame en la pared de cristal de la caja y más bien se desplace a la charola de forma segura.

La segunda perforación fue de $\frac{1}{2}$ pulgada ubicado en la base de la caja de madera en la esquina del lado izquierdo, colocando en el mismo un adaptador de tanque, para realizar la conexión interna de la caja, posteriormente se cortó y lijó el sobrante del adaptador para que el líquido pueda fluir hacia el orificio de manera que se vacíe el agua existente en la charola que posteriormente se la describe, en cuanto a la parte externa consta de una llave de paso para la salida del agua no evaporada que es dirigida con una manguera a la caja de la lámpara UV.

En la tercera perforación se cortó un pedazo de madera de 5 cm^2 , ubicado en el costado derecho superior de la caja, en la que también se colocó un codo de $\frac{3}{4}$ con una unión de $\frac{1}{2}$ pulgada adaptándole en esta una manguera de jardín que transporta en su interior el líquido evaporado del conducto recolector del agua.

GRÁFICO N° 15. ESTRUCTURA BASE DEL PURIFICADOR

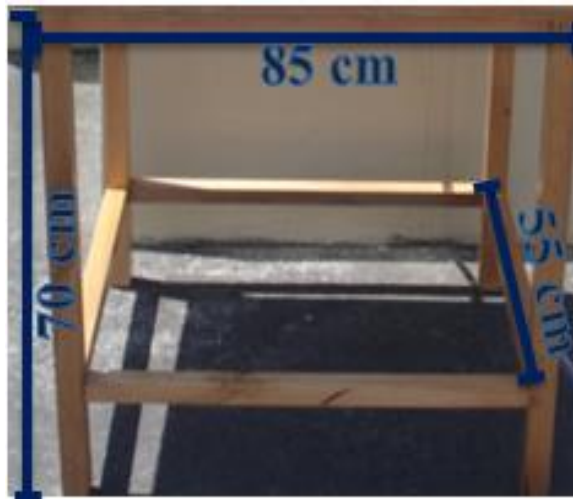


Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

- *Soporte del purificador*

A la estructura base del purificador se le colocó una base con el fin de proporcionar el soporte al mismo para aumentar la estabilidad. Los soportes es una estructura de madera de 70 cm de alto, 85 cm de largo y 55 cm de profundidad, como lo indica el gráfico N° 16. La altura de las patas se adecuó a las necesidades, dejando la parte baja del purificador perfectamente horizontal.

GRÁFICO N° 16. SOPORTE DEL PURIFICADOR

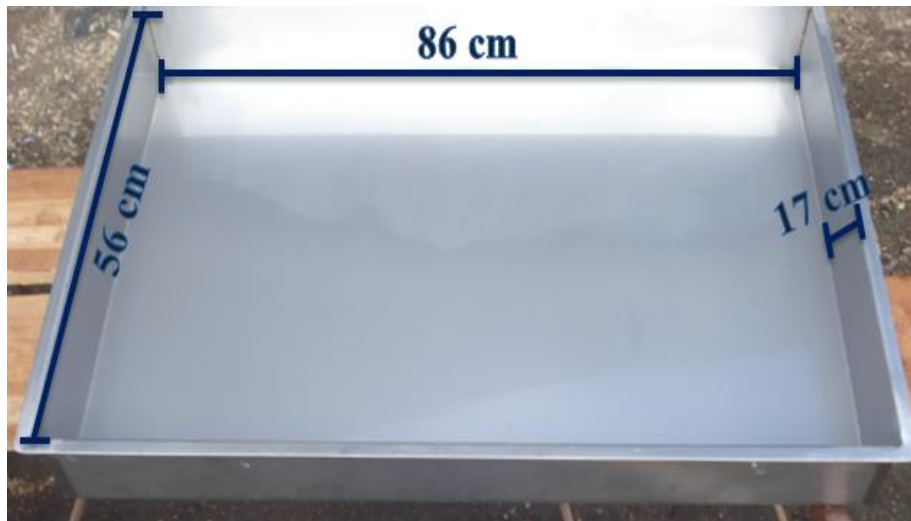


Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

- *Recogedor Solar*

Es una charola de acero inoxidable que absorbe la radiación solar y calienta el agua en su interior, tiene un dimensionamiento de 56cm de ancho, 86cm de largo, 17 cm de profundidad y una perforación de ½ pulgada en la esquina derecha, como indica la figura N° 15.

GRÁFICO N° 17. CHAROLA DE ACERO INOXIDABLE



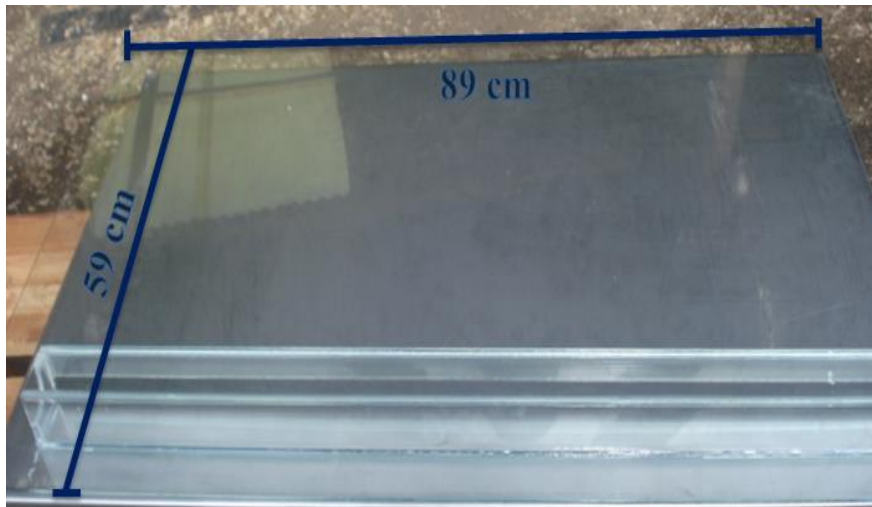
Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

Una vez armado la estructura del recogedor solar se prosiguió a colocar la charola de acero inoxidable en la caja de madera y se realizó la respectiva perforación descrita anteriormente.

- *Área de Condensación*

Para cubrir la parte superior de la caja de madera se utilizó una lámina de vidrio de 89 cm de largo, 59 cm de ancho con un espesor de 6 mm, con el fin de contener la temperatura en el interior de la caja, asemejándose a un invernadero, en su estructura inferior contiene un conducto recolector que recibe las gotas del agua evaporada, la misma tiene un armazón que al integrarse a la caja evita cualquier fuga debido a la precisión de sus medidas, como lo indica el gráfico N° 18.

GRÁFICO N° 18. ÁREA DE CONDENSACIÓN



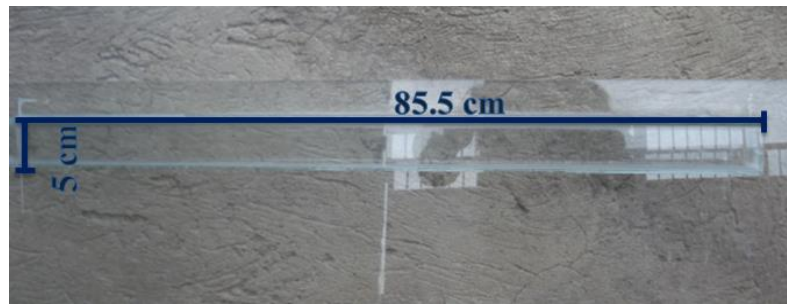
Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

- ***Conducto Recolector de Agua***

Es una canaleta recolectora de agua, está conformada de vidrio transparente de 4 mm, éste es el que se encarga de dirigir el agua que se escurre por la superficie de condensación mediante una manguera.

Para formar el conducto recolector de agua se necesitó tres pedazos de vidrio con diferentes medidas que se explica a continuación: El lado 1 tiene un dimensionamiento de 85.5 cm de largo, el ancho es de 5 cm al costado derecho y de 4 cm al costado izquierdo, la base del canal tiene un dimensionamiento de 85.5 cm de largo y de 5 cm de ancho a los dos costados, el lado 2 tiene un dimensionamiento de 85.5 cm de largo, el ancho es de 4 cm al costado derecho y de 3 cm al costado izquierdo, de esta manera logrando la caída que se necesita para que el agua acumulada en el mismo pueda salir hacia el exterior por medio de una manguera, como lo indica la figura N° 17.

GRÁFICO N° 19. CONDUCTO RECOLECTOR DE AGUA



Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

En el gráfico N° 20 se puede visualizar la parte externa frontal, lateral y posterior del purificador una vez armado y realizado las conexiones indicadas para la entrada del agua a tratarse y salida de la misma.

GRÁFICO N° 20. VISTA EXTERNA FRONTAL – LATERAL Y POSTERIOR DEL PURIFICADOR SOLAR



Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

En lo que respecta al gráfico N° 21 se indica la parte interna frontal y lateral del purificador solar, con sus respectivas conexiones para la entrada y salida del agua.

GRÁFICO N° 21. VISTA INTERNA FRONTAL Y LATERAL DEL PURIFICADOR SOLAR



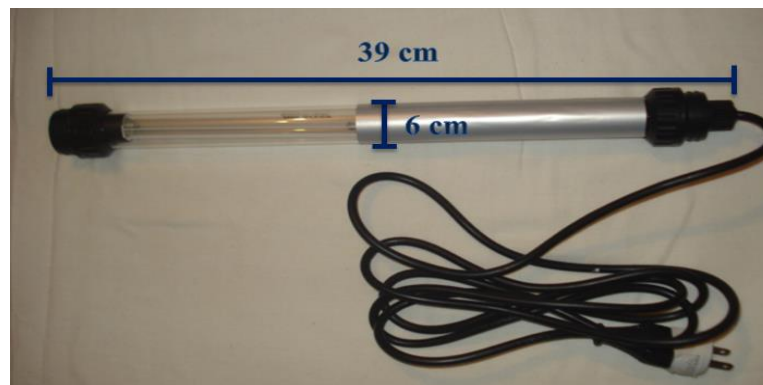
Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

Para la construcción de la caja de vidrio que contiene a la lámpara UV se desarrolló el siguiente procedimiento:

- *Lámpara de Luz Ultravioleta (UV)*

La incorporación de la lámpara (UV) es esencial para complementar el sistema de tratamiento de agua de consumo humano, esta tiene un dimensionamiento de 6cm de diámetro y 39 cm de alto.

GRÁFICO N° 22. LÁMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA

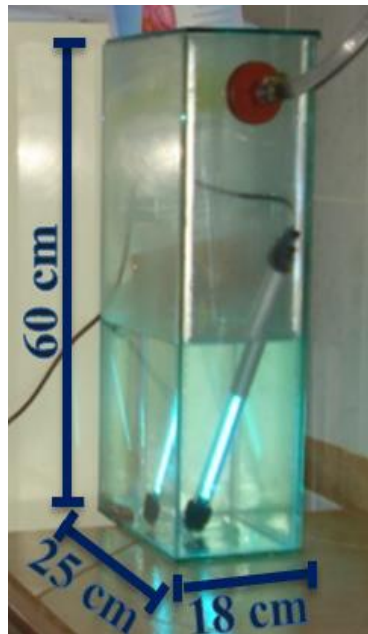


Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

- *Caja de vidrio que contiene a la Lámpara de Luz Ultravioleta (UV)*

La caja de vidrio que contiene a la Lámpara UV que corresponde al tratamiento complementario del purificador solar, es una estructura de vidrio de 6 mm de espesor, de alto 60 cm, ancho 25 cm y de largo 18 cm, con tres perforaciones, la primera ubicada en la parte superior para la entrada del agua sobrante del colector, la segunda para sacar el cable de la lámpara y realizar la respectiva conexión, finalmente la tercera ubicada en la parte inferior para la salida del agua tratada mediante éste sistema.

GRÁFICO N° 23. CAJA DE VIDRIO Y LÁMPARA DE LUZ UV



Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

El gráfico N° 24 muestra la vista frontal de la caja de vidrio y lámpara UV en funcionamiento con la respectiva instalación eléctrica para el tratamiento final del agua.

GRÁFICO N° 24. VISTA FRONTAL DE LA CAJA Y LÁMPARA UV



Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

d) Funcionamiento del Purificador Solar y Lámpara UV

- *Funcionamiento del Purificador Solar y Lámpara UV en día soleado.*

El proceso investigativo se efectuó en época de invierno específicamente los meses de Febrero y Marzo del 2015, en razón de que una investigación se la debe efectuar en la situación más crítica para obtener resultados que permitan proyectar a la toma de alternativas.

El tratamiento se realizó el día 22 de Febrero del 2015 en donde el purificador solar fue ubicado hacia la luz directa del sol en sentido Norte-Este y Norte- Oeste, a una altitud 2450 m.s.n.m. cuyas coordenadas son: 772542,15 E y 9954494,90 N. El mismo que se encuentra en el segundo piso de la vivienda perteneciente al Sr. Raúl Negrete morador del Barrio la Merced.

Se inició el tratamiento con 26 litros tomados del grifo de agua antes de la hora de cloración realizada por el operario, pues constituye el punto de desfase referente a la desinfección del agua. Éste volumen del líquido fueron expuestos a la luz solar en donde se tuvo una duración de 8 horas con 30 minutos, empezando a las 8:00 a.m. y terminando a las 4:30 p.m. para lo cual siendo las 12:30 pm se procedió a la toma de temperatura, pues a esa hora se encuentra la mayor concentración de radiación solar alcanzando los 50 ° C.

Durante el tratamiento solar, el agua que se encontraba en la charola de acero inoxidable empezó a evaporarse, y esto se vio reflejado en la lámina de vidrio en el cuál formó gotas de agua que se deslizaron al conducto recolector, para finalmente ser transportada a un recipiente encargado de almacenar el líquido vaporizado, como resultado de la exposición de los rayos UV se evaporó 4 litros de agua mientras que 22 litros quedaron en el recolector. Los datos obtenidos del funcionamiento del purificador solar en el día soleado se muestran en la tabla N° 9.

TABLA N° 9. DATOS PERTENECIENTES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA SOLEADO - PURIFICADOR SOLAR

Purificador Solar en día Soleado						
Fecha	Horas de tratamiento			Litros Evaporados	Volumen de agua no evaporada	Temperatura alcanzada
	Inicio	Final	Tiempo Total de exposición			
22 de Febrero 2015	08:00 am	04:30 pm	8 horas 30 minutos	4 LITROS	22 LITROS	50 ° C

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

En el día soleado como tratamiento complementario del agua expuesta al sol y que no fue evaporada se aplicó la desinfección mediante la lámpara UV la misma que se la ubicó en el interior de la vivienda específicamente en la cocina para disponer del recurso vital, para ello se transportó los 22 litros de agua al colector UV para su respectivo tratamiento. Los 22 litros de agua fueron tratados mediante la exposición a los rayos de la lámpara UV con la duración de 1 hora, con el objeto de asegurar que el agua alcance una desinfección microbiológica total según lo establece la normativa vigente, y sea apta para el consumo humano.

Transcurrida 1 hora de desinfección mediante la lámpara UV, se transportó el agua al envase correspondiente para disponer de la misma.

Es importante mencionar que para obtener efectividad en el tratamiento complementario con rayos UV, la cantidad de contaminación en el agua no debe exceder las $40000 = 4 \times 10^4$ unidades formadoras de colonias como lo indica las especificaciones técnicas del manual perteneciente a Hidroecuador. (2014), pues se empleó una lámpara que desinfecta en 1 hora un máximo de 40 litros de agua a nivel doméstico. Los datos obtenidos del funcionamiento de la lámpara UV se muestran en la tabla N° 10.

TABLA N° 10. DATOS CORRESPONDIENTES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA SOLEADO – LÁMPARA UV

Lámpara UV en día soleado				
Fecha	Hora de tratamiento		Tiempo de exposición	Volumen de agua expuesta a la lámpara UV
	Inicio	Final		
22 de Febrero 2015	20:00 pm	21:00 pm	1 hora	22 LITROS

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

- ***Funcionamiento del Purificador Solar y Lámpara UV en día parcialmente soleado***

El tratamiento correspondiente al día parcialmente soleado se realizó el 01 de Marzo de 2015, en donde el funcionamiento fue igual que en el día soleado, para ello se procedió a llenar el purificador solar con 26 litros provenientes del grifo de agua, antes de la hora de cloración efectuada por el operario, pues constituye el punto de desfase referente a la desinfección del agua. El día parcialmente soleado tuvo una duración de 4 horas 30 minutos, empezando desde las 10:00 am hasta las 14:30 pm por motivos de nubosidad, además siendo las 12:30 pm se procedió a la toma de temperatura del agua alcanzando los 40° C dentro del sistema.

Durante el tratamiento solar el agua que se encontraba en la charola de acero inoxidable empezó a evaporarse, y esto se vio reflejado en el vidrio, del cual se deslizaron gotas de agua que cayeron al conducto recolector pero en menor cantidad con un volumen de 2 litros debido a la poca presencia de radiación solar, para finalmente ser transportada a un recipiente, mientras que los 24 litros de agua no evaporada se transportaron al tratamiento complementario de la lámpara UV. Los datos obtenidos en el día parcialmente soleado se muestran en la tabla N° 11.

TABLA N° 11. DATOS CORRESPONDIENTES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO - PURIFICADOR SOLAR

Purificador Solar - Día Parcialmente Soleado						
Fecha	Hora de tratamiento		Tiempo total de exposición	Volumen de agua evaporada	Volumen de agua no evaporada	Temperatura
	Inicio	Final				
01 de marzo 2015	10:00 am	14:30 pm	4 horas 30 minutos	2 LITROS	24 LITROS	40 ° C

Elaborado por: **Grupo de Investigación. (2015).**

En el día parcialmente soleado como tratamiento complementario del agua expuesta al sol y que no fue evaporada se aplicó la desinfección mediante la lámpara UV ubicada en el interior de la vivienda, para ello se transportó los 24 litros de agua al colector UV para su respectivo tratamiento.

Seguidamente los 24 litros de agua fueron tratados mediante la exposición a los rayos de la lámpara UV con una duración de 1 hora, con el objeto de asegurar que el agua alcance una desinfección microbiológica total según lo establece la normativa vigente, y sea apta para el consumo humano. Transcurrida 1 hora de desinfección mediante la lámpara UV, se transportó el agua al envase correspondiente para disponer de la misma. Los datos obtenidos del funcionamiento de la lámpara UV se muestran en la tabla N° 12.

TABLA N° 12. DATOS CORRESPONDIENTES AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN DÍA SOLEADO – LÁMPARA UV

Lámpara UV en día parcialmente soleado				
Fecha	Hora de tratamiento		Tiempo de exposición	Volumen de agua expuesta a la lámpara UV
	Inicio	Final		
01 de Marzo 2015	20:00 pm	21:00 pm	1 hora	24 LITROS

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

Es importante que se dé el adecuado mantenimiento semanalmente utilizando alcohol para su limpieza interna y externa tanto del purificador solar como de la caja de vidrio que contiene la lámpara UV para evitar la contaminación del agua por patógenos externos.

e) Toma de muestras en día soleado y parcialmente soleado

- *Determinación de los puntos de muestreo*

De acuerdo a los requerimientos de la investigación, se determinó tres puntos de muestreo tanto para día soleado y parcialmente soleado que a continuación se detallan:

El primer punto de muestreo correspondió al agua evaporada obtenida del proceso de vaporización como resultado de la exposición del líquido a los rayos solares, que estuvo contenido en la charola de acero inoxidable.

El segundo punto de muestreo perteneció al agua que no se evaporó pero que estuvo expuesta a los rayos solares y permaneció contenida en la charola de acero inoxidable.

El tercer punto de muestreo fue el tratamiento complementario aplicado al agua que no se logró evaporar mediante su exposición a los rayos de la lámpara UV.

- *Materiales de Muestreo*

- 6 envases plásticos con tapa rosca esterilizados.
- Alcohol
- Guantes quirúrgicos
- Colector de muestras
- Cinta masquin
- Termómetro de alcohol
- EPP (Equipo de Protección Personal)
- Etiquetas

- ***Toma de Muestras***

El primer muestreo se ejecutó el día 22 de Febrero del 2015 que corresponde al día soleado, para la toma de las muestras se utilizaron tres recipientes esterilizados de dos litros cada uno, la primera muestra perteneció al agua evaporada la misma que se la tomó a las 20:00 pm, la segunda muestra fue el agua sin evaporar que se la realizó a las 20:30 pm, finalmente la tercera muestra fue el agua que estuvo expuesta durante 1 hora al tratamiento complementario de la lámpara UV, la hora del muestreo fué a las 22:30 pm, pues pertenece al tratamiento nocturno.

El segundo muestreo se ejecutó el día 01 de Marzo del 2015, que correspondió al día parcialmente soleado, en lo que respecta a la toma de las muestras se utilizaron tres recipientes esterilizados de dos litros cada uno, la primera muestra perteneció al agua evaporada la misma que se la tomó a las 20:45 pm, la segunda muestra fue el agua sin evaporar que se la realizó a las 21:00 pm, finalmente la tercera muestra fue el agua que estuvo expuesta durante 1 hora al tratamiento complementario de la lámpara UV, la hora del muestreo fué a las 22:30 pm, pues pertenece al tratamiento nocturno.

- ***Identificación de las muestras***

Con el objeto que el laboratorio permita la identificación sin ningún tipo de error, los recipientes que contienen las muestras se etiquetaron de manera legible, para ello la etiqueta constó del número, fecha, hora, lugar de la toma y nombre del grupo de investigación responsables del muestreo.

- ***Conservación y transporte de las muestras***

Las muestras se enviaron al laboratorio de Microbiología de la Universidad Central del Ecuador en menos de 24 horas cumpliendo con estándares del correcto muestreo, durante la transportación, las muestras se guardaron manteniendo un ambiente fresco y protegido de la luz. Los indicadores microbiológicos enviados analizar fueron: la presencia o ausencia de *Salmonella typhi*, y la cuantificación de Coliformes fecales, Coliformes totales, Bacterias Anaerobias Mesófilos y *Escherichia Coli*.

2.2.5.3. Clima en el proceso de purificación Solar

El orden climático debe tener como un mínimo 20 años de registros continuos según la OMM (Organización Meteorológica Mundial); en base a los registros originales (anuarios meteorológicos) del INAMHI en el Cantón Mejía, Parroquia de Tambillo, Barrio la Merced, las precipitaciones más altas pertenecen al mes de febrero con 180 mm y al mes de marzo con 250 mm; generando una temperatura promedio en ambos meses de 21 °C; la variación diaria de la humedad relativa en el mes de febrero es del 86% mientras que en marzo es del 85%. La Nubosidad del cielo cubierto es de 6 octavos, es decir esta medianamente despejado (nuboso), por ende las horas de sol en el mes de febrero es de 120.9 mientras que el mes de marzo es de 123,4 horas. Por lo tanto la primera desinfección del agua con el purificador solar y lámpara UV se ejecutó el día 22 de febrero del 2015 en día soleado, mientras que la segunda desinfección del líquido se ejecutó el día 01 de marzo del 2015 en día parcialmente soleado. Considerando que en el mes de febrero existió 17 días de sol, 11 días parcialmente soleados; en lo que se refiere al mes de marzo, 16 días fueron calurosos y 12 días fueron parcialmente soleados.

CAPITULO III

3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SOCIALIZACIÓN

3.1. Fase 1: Resultados del tanque de captación y grifo de agua

3.1.1. Resultados obtenidos del análisis microbiológico correspondiente al tanque de captación de las dos vertientes de agua del Barrio la Merced

3.1.1.1. Explicación cuantitativa

TABLA N° 13. RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO - TANQUE DE CAPTACIÓN

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
*RECUENTO DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	MMI-26/SM 9215-D
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	9.3x10 ⁴	MMI-27/SM 9222-B
*RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
* <i>Salmonella</i> spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la UCE. (2015).

3.1.1.2. Explicación Cualitativa

La tabla N° 13 está representada por parámetros analizados de nivel microbiológico de los cuales cuatro corresponden al recuento de unidades formadoras de colonias y son: bacterias anaerobias Mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, y el último indicador corresponde a la identificación de salmonella spp, mediante su presencia o ausencia, los resultados indican que el agua correspondiente al tanque de captación de los dos afloramientos que pertenecen al agua cruda presentan contaminación de coliformes totales en 9.3×10^4 ufc/100 ml, es decir 93000 unidades formadoras de colonias por cada 100 ml.

3.1.2. Resultados obtenidos del análisis microbiológico correspondiente al grifo de agua tomado en una vivienda del Barrio la Merced

3.1.2.1. Explicación Cuantitativa

TABLA N° 14. RESULTADO DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO - GRIFO DE AGUA

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
*RECUENTO DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	MMI-26/SM 9215-D
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	4.3×10^4	MMI-27/SM 9222-B
*RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
* <i>Salmonella</i> spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la UCE. (2015).

3.1.2.2. Explicación Cualitativa

En la tabla N° 14, los parámetros analizados a nivel microbiológico son cinco de los cuales cuatro pertenecen al recuento de unidades formadoras de colonias y son: bacterias anaerobias Mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, y el último indicador corresponde a la identificación de salmonella spp, mediante su presencia o ausencia. Los resultados indican que el agua correspondiente al grifo que ha sido tratada previamente mediante cloración por tabletas de hipoclorito de calcio presenta contaminación de coliformes totales en 4.3×10^4 ufc/100 ml, es decir 43000 unidades formadoras de colonias por cada 100 ml.

3.1.3. Comparación con la norma INEN 1108:2011 de los resultados obtenidos del análisis microbiológico correspondiente al grifo de agua y tanque de captación del Barrio la Merced

En la siguiente tabla se puede apreciar los resultados iniciales de los análisis microbiológicos correspondientes al tanque de captación de los dos afloramientos del recurso hídrico y del grifo de agua ubicado en el centro de la red de abastecimiento de una vivienda del Barrio la Merced conjuntamente con los límites máximos permisibles de la norma INEN 1108:2011 para agua de consumo humano.

3.1.3.1. Explicación Cuantitativa

TABLA N° 15. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL TANQUE DE CAPTACIÓN, GRIFO DE AGUA CON LA NORMATIVA INEN 1108:2011

Parámetros	Unidad	Tanque De Captación	Normativa INEN 1108:2011		Grifo De Agua	Normativa INEN 1108:2011	
			<10	P/A		<10	P/A
*Recuento de Bacterias Anaerobias Mesófilas	ufc/10 0ml	<10	Cumple		<10	Cumple	
Recuento de Coliformes Totales	ufc/10 0ml	9.3 x 10 ⁴	No cumple		4.3 x 10 ⁴	No cumple	
*Recuento de Coliformes Fecales	ufc/10 0ml	<10	Cumple		<10	Cumple	
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/10 0ml	<10	Cumple		<10	Cumple	
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25ml)	P/A	Ausencia		Cumple	Ausencia		Cumple

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

3.1.3.2. Explicación Cualitativa

De los resultados microbiológicos obtenidos tanto del tanque de captación como del grifo de agua de las cinco variables se constató que las Bacterias Anaerobias Mesófilas, Coliformes fecales, *Escherichia Coli* y *Salmonella typhi*, cumplen con

las especificaciones establecidas en la Norma INEN 1108:2011, estando dentro de los límites máximos permisibles en lo que respecta para agua de consumo humano.

Mientras que la variable de Coliformes Totales tomada de la muestra de agua del Tanque de Captación no cumple con las especificaciones establecidas de la Norma INEN 1108:2011 debido a que límite máximo permisible es < 10 tomadas en UFC/100ml y los resultados nos arrojan un $9,3 \times 10^4$ sobrepasándose lo dispuesto. De igual manera la variable de Coliformes Totales tomada de la muestra del grifo de agua en la vivienda del Barrio la Merced no cumple con las especificaciones establecidas de la Norma INEN 1108:2011 debido a que el límite máximo permisible es < 10 tomadas en UFC/100ml y los resultados nos arrojan un $4,3 \times 10^4$ excediendo lo dispuesto.

3.2. Fase 2: Resultados de los análisis microbiológicos del funcionamiento del Purificador Solar y Lámpara UV

La fase dos corresponde a la descripción de los resultados que se obtuvieron al emplear el purificador solar y el tratamiento complementario de la lámpara UV para el día soleado y parcialmente soleado.

3.2.1. Resultados obtenidos en día soleado

3.2.1.1. Explicación Cuantitativa

TABLA N° 16. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS CORRESPONDIENTE AL DÍA SOLEADO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
AGUA EVAPORADA			
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	1.5×10^4	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
*RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	RECuento EN PLACA
* <i>Salmonella</i> spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96
AGUA NO EVAPORADA EXPUESTA AL SOL			
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	3.2×10^4	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
*RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	RECuento EN PLACA
* <i>Salmonella</i> spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96
AGUA NO EVAPORADA TRATADA CON LA LÁMPARA UV			
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	<10	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
*RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	RECuento EN PLACA
* <i>Salmonella</i> spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la UCE. (2015).

3.2.1.2. Explicación Cualitativa

Una vez obtenido los resultados de la muestra del agua evaporada de las cinco variables, se determinó que las bacterias Coliformes Totales que constituye la unidad de estudio de interés disminuyó de 4.3×10^4 a 1.5×10^4 en UFC/100ml, lo cual evidencia que el purificador solar logró reducir considerablemente el grado de contaminación existente.

En lo que respecta a los resultados de la muestra del agua sin evaporar de las cinco variables, se determinó que las Coliformes Totales disminuyeron de 4.3×10^4 a 3.2×10^4 en UFC/100ml, a consecuencia de esto permitió deducir que el purificador solar funcionó adecuadamente pero no en su totalidad debido a que el trabajo investigativo se lo realizó en época de invierno con el objeto de conocer los resultados en la época más crítica del año donde se obtiene en menor cantidad la radiación solar.

Los resultados obtenidos de la muestra del agua de las cinco variables tratadas con la lámpara UV, se determinó que las bacterias Coliformes Totales disminuyeron de 3.2×10^4 a <10 en UFC/100ml, como consecuencia de esto permitió deducir que el sistema del purificador solar y lámpara UV funcionó correctamente ya que cumplieron un trabajo en conjunto pues se logró disminuir el nivel de contaminación microbiológica mediante la radiación solar, para finalmente mediante el tratamiento complementario de la lámpara UV eliminar en su totalidad el indicador patógeno en estudio, pues la luz UV funciona eficazmente siempre que las unidades formadoras de colonias UFC estén igual o por debajo de 4.0×10^4 como lo establece el manual de funcionamiento de Hidroecuador 2014, obteniendo de ésta forma resultados óptimos y cumpliendo con lo establecido en la Norma INEN 1108:2011.

Mientras que las demás variables como la *Salmonella typhi*, Coliformes fecales, Bacterias Anaerobias Mesófilas y *Escherichia Coli* no tuvieron ninguna variación con respecto a los resultados obtenidos tanto del agua evaporada, sin evaporar y la tratada con la lámpara UV.

3.2.2. Resultados obtenidos en el día parcialmente soleado

3.2.2.1. Explicación Cuantitativa

TABLA N° 17. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS CORRESPONDIENTE AL DÍA PARCIALMENTE SOLEADO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
AGUA EVAPORADA			
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	3.0×10^4	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
*RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	RECuento EN PLACA
* <i>Salmonella</i> spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96
AGUA NO EVAPORADA EXPUESTA AL SOL			
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	4.0×10^4	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
*RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	RECuento EN PLACA
* <i>Salmonella</i> spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

AGUA NO EVAPORADA TRATADA CON LA LÁMPARA UV				
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	<10		MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10		SM 9222-D
*RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10		MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10		RECuento EN PLACA
* <i>Salmonella</i> spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA		NTE INEN 1529-15:96

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la UCE. (2015).

3.2.2.2. Explicación Cualitativa

Obtenidos los resultados de la muestra del agua evaporada tomados en el día parcialmente soleado, de las cinco variables, se determinó que las bacterias Coliformes Totales disminuyeron de 4.3×10^4 a 3.0×10^4 en ufc/100ml, a consecuencia de esto permitió deducir que el purificador solar logró reducir en baja cantidad el grado de contaminación existente, debido a que el agua fue expuesta a la radiación solar en tan sólo 4 horas 30 minutos, por motivos de nubosidad.

En lo que respecta a los resultados de la muestra del agua que fue expuesta al sol pero que no se evaporó, se determinó que las Coliformes Totales disminuyeron en mínima cantidad de 4.3×10^4 a 4.0×10^4 en ufc/100ml, ya que su funcionamiento se lo realizó en un día parcialmente soleado con nubosidad, por lo cual se estableció que es necesario tener una exposición considerable del agua a la radiación solar para lograr un mejor rendimiento del purificador.

Como tratamiento complementario al trabajo del purificador solar se utilizó una lámpara de luz UV para tratar el agua sin evaporar en cuyos resultados obtenidos,

se determinó que las bacterias Coliformes Totales disminuyeron de 4.0×10^4 a <10 en ufc/100ml, como consecuencia de esto se estableció que el trabajo en conjunto del sistema funcionó correctamente pues se logró disminuir el nivel de contaminación microbiológica mediante la radiación solar, para finalmente mediante el tratamiento complementario de la lámpara UV eliminar en su totalidad el indicador patógeno en estudio, pues la luz UV funciona eficazmente siempre que las unidades formadoras de colonias UFC estén igual o por debajo de 4.0×10^4 como lo establece el manual de funcionamiento de Hidroecuador 2014, obteniendo de ésta forma resultados óptimos y cumpliendo con lo establecido en la Norma INEN 1108:2011.

En lo que concierne a las demás variables enviadas analizar como la Salmonella typhi, Coliformes fecales, Bacterias Anaerobias Mesófilos y Escherichia Coli no tuvieron ninguna variación con respecto a los resultados anteriormente realizados cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en la Norma 1108:2011 para agua de consumo humano.

3.2.3. Efectividad de desinfección del Purificador Solar y Lámpara UV

A continuación se describe la efectividad en el proceso de desinfección de acuerdo al grado de temperatura logrado en el interior del sistema del purificador solar y la aplicación del tratamiento complementario correspondiente a la Lámpara UV, pues el nivel de efectividad de la lámpara depende de la cantidad del patógeno microbiológico presente en el agua representados en unidades formadoras de colonias.

3.2.3.1. Explicación Cuantitativa para día Soleado y Parcialmente Soleado

TABLA N° 18. EFECTIVIDAD DE DESINFECCIÓN: PURIFICADOR SOLAR – LÁMPARA UV EN DÍA SOLEADO

DÍA SOLEADO				PURIFICADOR SOLAR		LÁMPARA UV	Relación de eficiencia
		Agua Cruda	Grifo de agua	Agua Evaporada	Agua No Evaporada	Agua No evaporada tratada con luz UV	
	Coliformes Totales	9.3 x 10 ⁴ ufc/100 ml	4.3 x 10 ⁴ ufc/100 ml	1.5 x 10 ⁴ ufc/100 ml	3.2 x 10 ⁴ ufc/100 ml	<10 ufc/100 ml	
TEMPERATURA	+60°C = Desinfección Alta						
	40°C a 59° = Desinfección Media			50 ° C = Temperatura alcanzada por el sistema	50 ° C = Temperatura alcanzada por el sistema		A mayor temperatura, mayor desinfección microbiológica.
	-39°C = Desinfección Baja o Nula	18°C =Temperatura (Muestreo)	18°C =Temperatura (Muestreo)				
LÁMPARA UV	Igual ó – 4.0 x 10 ⁴ ufc/100ml = Desinfección Alta	No aplica	No aplica	Sí aplica	Sí aplica	Desinfección óptima	A menor unidades formadoras de colonias presentes en el agua, mayor rendimiento de la lámpara UV y mayor desinfección microbiológica.

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

TABLA N° 19. EFECTIVIDAD DE DESINFECCIÓN: PURIFICADOR SOLAR – LÁMPARA UV EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO

DÍA PARCIALMENTE SOLEADO		PURIFICADOR SOLAR		LÁMPARA UV		Relación de eficiencia	
		Agua Cruda	Grifo de agua	Agua Evaporada	Agua No Evaporada		Agua No evaporada tratada con luz UV
	Coliformes Totales	9.3 x 10 ⁴ ufc/100 ml	4.3 x 10 ⁴ ufc/100 ml	3.0 x 10 ⁴ ufc/100 ml	4.0 x 10 ⁴ ufc/100 ml	<10 ufc/100 ml	
TEMPERATURA	+60°C = Desinfección Alta						
	40°C a 59° = Desinfección Media			50 ° C = Temperatura alcanzada por el sistema	50 ° C = Temperatura alcanzada por el sistema		A mayor temperatura, mayor desinfección microbiológica.
	-39°C = Desinfección Baja o Nula	18°C =Temperatura (Muestreo)	18°C =Temperatura (Muestreo)				
LÁMPARA UV	Igual ó – 4.0 x 10 ⁴ ufc/100ml = Desinfección Alta	No aplica	No aplica	Sí aplica	Sí aplica	Desinfección óptima	A menor unidades formadoras de colonias presentes en el agua, mayor rendimiento de la lámpara UV y mayor desinfección microbiológica.

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

3.2.3.2. Explicación Cualitativa para día Soleado y Parcialmente Soleado

En el día soleado como lo indica la tabla N° 18, la temperatura dentro del sistema de purificación solar fue de 50° C correspondiente a la escala de una desinfección media como lo establece estudios realizados por Fundación Sodis 2003, en donde el indicador microbiológico de Coliformes Totales lograron bajar de un 9.3×10^4 ufc/100 ml a 1.5×10^4 perteneciente al agua evaporada, y a un 3.2×10^4 perteneciente al agua que no se evaporó, resultados que se vieron reflejados ya que se lo realizó en época de invierno, por tal motivo se aplicó el tratamiento complementario mediante la lámpara UV, la misma que se la aplicó al agua que no se evaporó siendo la de mayor volumen de ésta manera se logró obtener <10 ufc/100 ml cumpliendo con la normativa INEN 1108:2011.

En la tabla N° 19, para el día parcialmente soleado la temperatura dentro del sistema de purificación solar fue de 40° C correspondiente a la escala de una desinfección media como lo establece estudios realizados por Fundación Sodis 2003 , en donde las bacterias Coliformes Totales bajaron de un 9.3×10^4 ufc/100 ml a 3.0×10^4 perteneciente al agua evaporada, y a un 4.0×10^4 perteneciente al agua que no se evaporó, resultados que se vieron reflejados ya que se lo realizó en época de invierno recalando que para éste día se obtuvo condiciones mayoritarias de nubosidad, por tal motivo se aplicó el tratamiento complementario mediante la lámpara UV, la misma que se la aplicó al agua que no se evaporó siendo la de mayor volumen de ésta manera se logró obtener <10 ufc/100 ml cumpliendo con la normativa INEN 1108:2011.

Es importante mencionar que el tratamiento de purificación solar y lámpara UV trabajaron de manera conjunta pues es indispensable bajar las unidades formadoras de colonias mediante la exposición del agua a la radiación solar para que la lámpara UV elimine los patógenos sobrantes siempre y cuando no supere

los 4×10^4 ufc/100 ml como lo establece las especificaciones de funcionamiento para luz UV de Hidroecuador 2014.

Por lo descrito anteriormente tanto para día soleado como para parcialmente soleado se determinó dos relaciones de efectividad la primera a mayor temperatura mayor desinfección solar, por lo contrario, menor temperatura menor desinfección solar, estableciéndose una relación directamente proporcional, la segunda a menor unidades formadoras de colonias, ufc/100 ml mayor rendimiento de desinfección microbiológica proporcionada por la lámpara UV y viceversa estableciéndose una relación indirectamente proporcional.

3.2.4. Comparación con la norma INEN 1108:2011 de los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos correspondientes al día soleado y parcialmente soleado

3.2.4.1. Explicación cuantitativa para día soleado y parcialmente soleado

TABLA N° 20. RESULTADOS OBTENIDOS EN DÍA SOLEADO Y NORMATIVA INEN 1108:2011

DÍA SOLEADO										
Parámetros	Unidad	Agua Evapora-da	Normativa INEN 1108:2011		Agua Sin Evapora-r	Normativa INEN 1108:2011		Agua expuesta a la Lámpa-ra de Luz UV	Normativa INEN 1108:2011	
			<10	P/A		<10	P/A		<10	P/A
*Recuento de Bacterias Anaerobias Mesófilas	ufc/100 ml	<10	Cumple		<10	Cumple		<10	Cumple	
Recuento de Coliformes Totales	ufc/100 ml	1.5×10^4	No cumple		3.2×10^4	No cumple		<10	Cumple	
*Recuento de Coliformes Fecales	ufc/100 ml	<10	Cumple		<10	Cumple		<10	Cumple	
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100 ml	<10	Cumple		<10	Cumple		<10	Cumple	
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25ml)	P/A	Ausencia		Cumple	Ausencia		Cumple	Ausen-cia		Cumple

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015)

TABLA N° 21. RESULTADOS OBTENIDOS EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO Y NORMATIVA INEN 1108:2011

DÍA PARCIALMENTE SOLEADO										
Parámetros	Unidad	Evapora-da	Normativa INEN 1108:2011		Sin Evaporar	Normativa INEN 1108:2011		Lámpa-ra de Luz UV	Normativa INEN 1108:2011	
			<10	P/A		<10	P/A		<10	P/A
*Recuento de Bacterias Anaerobias Mesófilas	ufc/100 ml	<10	Cumple		<10	Cumple		<10	Cumple	
Recuento de Coliformes Totales	ufc/100 ml	3.0 x 10 ⁴	No cumple		4.0 x 10 ⁴	No cumple		<10	Cumple	
*Recuento de Coliformes Fecales	ufc/100 ml	<10	Cumple		<10	Cumple		<10	Cumple	
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100 ml	<10	Cumple		<10	Cumple		<10	Cumple	
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25ml)	P/A	Ausencia		Cumple	Ausencia		Cumple	Ausencia		Cumple

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

3.2.4.2. Explicación cualitativa para día soleado y parcialmente soleado

De los resultados microbiológicos obtenidos al nivel de eficacia de desinfección solar para día soleado y parcialmente soleado, del agua evaporada y sin evaporar de las cinco variables se constató que las Bacterias Anaerobias Mesófilos, Coliformes fecales, Escherichia Coli y Salmonella typhi, cumplen con las especificaciones establecidas en la Norma INEN 1108:2011, estando dentro de los límites máximos permisibles en lo que respecta para agua de consumo humano.

Como lo indica la tabla N° 20, la variable de Coliformes Totales para día soleado no cumplen con las especificaciones establecidas debido a que el límite máximo permisible es < 10 tomadas en ufc/100ml y los resultados nos arrojan un $1,5 \times 10^4$ en agua evaporada y $3,2 \times 10^4$ en el agua sin evaporar sobrepasándose lo dispuesto, a efecto de completar el sistema de desinfección solar se aplicó el tratamiento complementario mediante la lámpara UV en donde los resultados fueron <10 en ufc/100ml cumpliendo con la Norma INEN 1108:2011.

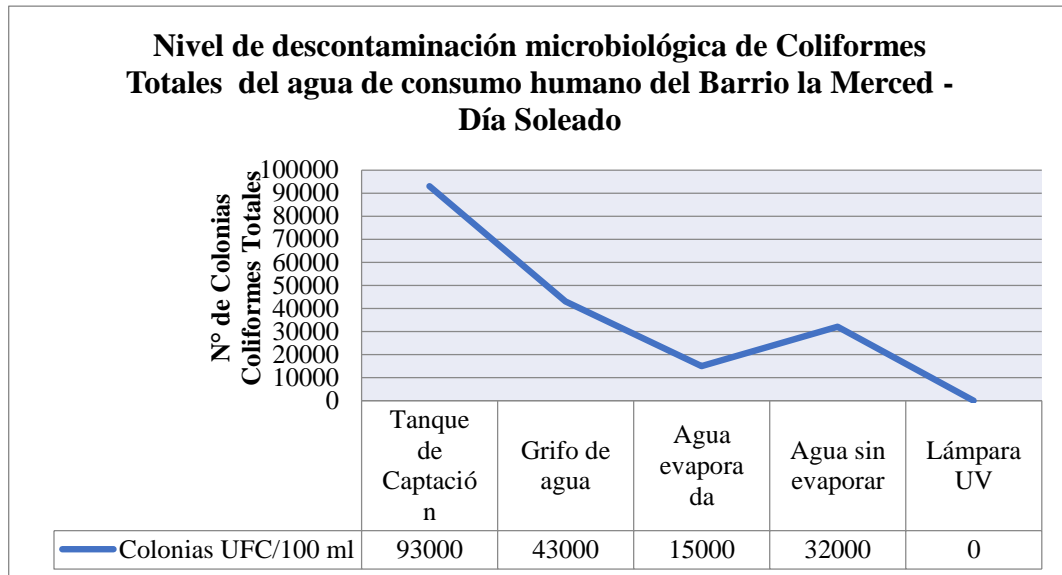
En la tabla N° 21, para día parcialmente soleado el indicador de Coliformes Totales no cumple con las especificaciones establecidas debido a que límite máximo permisible es < 10 tomadas en ufc/100ml y los resultados nos arrojan un $3,0 \times 10^4$ en agua evaporada y $4,0 \times 10^4$ en el agua sin evaporar sobrepasándose lo dispuesto, por tal motivo se aplicó el tratamiento complementario mediante la aplicación de la lámpara UV donde los resultados fueron <10 en UFC/100ml cumpliendo con la Norma INEN 1108:2011.

3.2.5. Nivel de descontaminación microbiológica de Coliformes totales del agua de consumo humano del Barrio la Merced en día soleado

A continuación se realiza la representación gráfica de los puntos de muestreo y su correspondiente nivel de descontaminación, empezando por el agua cruda proveniente de los dos afloramientos, hasta el tratamiento mediante el purificador solar y lámpara UV.

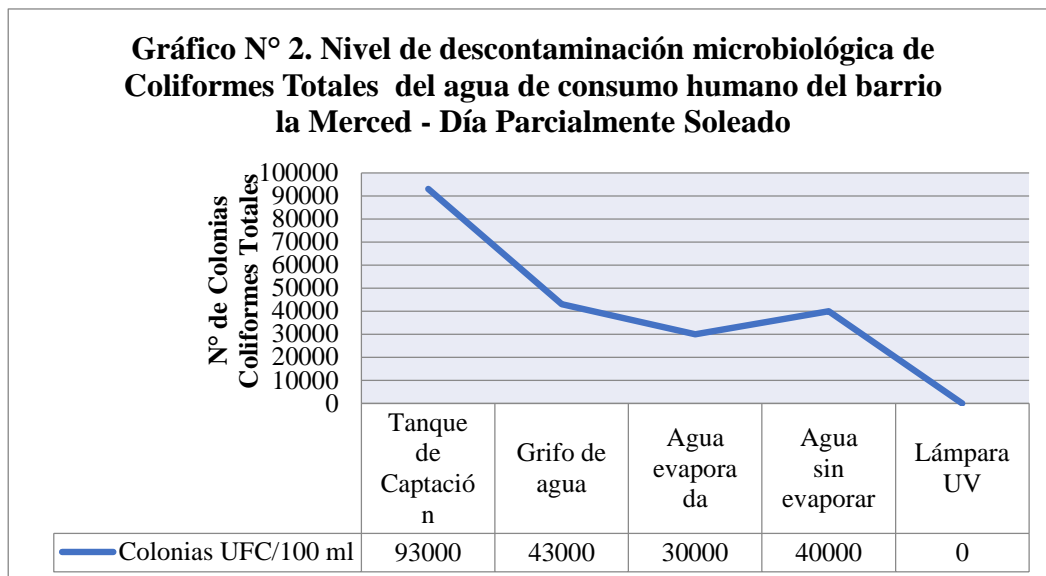
3.2.5.1. Explicación gráfica del nivel de descontaminación microbiológica de Coliformes Totales en día soleado y parcialmente soleado

GRÁFICO N° 25. NIVEL DE DESCONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DE COLIFORMES TOTALES PERTENECIENTES AL DÍA SOLEADO



Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

**GRÁFICO N° 26. NIVEL DE DESCONTAMINACIÓN
MICROBIOLÓGICA DE COLIFORMES TOTALES PERTENECIENTES
AL DÍA PARCIALMENTE SOLEADO**



Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

3.2.5.2. Explicación cualitativa del nivel de descontaminación microbiológica de Coliformes Totales en día soleado y parcialmente soleado

Los resultados de los análisis microbiológicos iniciales de la variable Coliformes totales realizados en el tanque de captación fueron de 93000 unidades formadoras de colonias en 100 ml mientras que en el grifo de agua de la vivienda fue de 43000 colonias en 100 ml, para el tratamiento con el purificador solar y lámpara UV se utilizó el agua tomada del grifo sin clorar con el objeto de conocer los resultados del tratamiento del agua sin la aplicación de cloro.

Para el día soleado el número de colonias eliminadas desde el agua cruda hasta el punto de muestreo del agua evapora fue de 78000 colonias, para el agua sin evaporar fue de 61000, finalmente el agua que no se evaporó y fue de mayor

volumen se la trató aplicando luz UV logrando a <10 ufc/100 ml cumpliendo con la normativa INEN 1108:2011.

Para el día parcialmente soleado el número de colonias eliminadas desde el agua cruda hasta el punto de muestreo del agua evapora fue de 63000 colonias, para el agua sin evaporar fue de 53000, finalmente el agua que no se evaporó y fue de mayor volumen se la trató aplicando luz UV logrando a <10 ufc/100 ml cumpliendo con la normativa INEN 1108:2011.

Por lo descrito anteriormente en la gráfica para día soleado y parcialmente soleado nos indica que la línea azul representada por el nivel de eliminación de Coliformes Totales se logró ir desinfectando el agua en cada punto de tratamiento por lo cual se estableció que el número de colonias eliminadas mediante la exposición del agua a la radiación solar fue mayoritario y gracias a la lámpara UV como tratamiento complementario se eliminó los patógenos sobrantes, haciendo del sistema un tratamiento eficaz siempre y cuando su funcionamiento sea en conjunto.

3.2.6. Análisis de Viabilidad del proyecto

Se ha realizado el Estudio de Factibilidad del proyecto con el fin de establecer los costos requeridos entre el purificador solar – lámpara UV y el agua embotellada, de ésta forma otorgarles una alternativa segura y aplicable para que familia pueda tratar su propio líquido para beber y así evitar la compra de agua embotellada.

3.2.6.1. *Explicación Cuantitativa*

TABLA N° 22. COMPARACIÓN DEL COSTO INICIAL ENTRE EL AGUA TRATADA CON LUZ SOLAR - LÁMPARA UV Y AGUA EMBOTELLADA

COSTO DEL PROYECTO		AGUA EMBOTELLADA	
Descripción	Costo	Descripción	Costo
Lámpara UV	\$ 130	1 Botellón de agua de 20 lt	\$ 3 c/u - \$ 13 costo del Botellón
Estructura de Madera	\$ 40		
Caja de Vidrio	\$ 50		
Charola de acero inoxidable	\$ 40		
Lamina de vidrio	\$ 25		
Materiales para conexiones de agua	\$ 25		
Recipientes plásticos	\$ 20		
Cubierta plástica	\$ 20		
TOTAL	\$ 350 Costo Mensual Inicial	\$ 25 Costo Mensual Inicial	

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

**TABLA N° 23. COMPARACIÓN DE COSTOS GENERALES ESTIMADOS
PARA DIEZ AÑOS**

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO							
Descripción	Durabilidad	Costo Anual		Durabilidad x Costo Anual	Costo Anual	Costo Mensual	Costo Diario
Agua Embotellada	Indeterminado (10 Años)	Agua	\$ 108	\$ 1119	\$ 111,90	\$ 9,33	\$ 0,31
		Botellón	\$ 39				
Proyecto	Proyecto en 10 años		\$ 350	\$ 500	\$ 50	\$ 4,17	\$ 0,14
	\$ 15 de gastos extras cada		\$ 150				

Elaborado por: Grupo de Investigación. (2015).

3.2.6.2. Explicación Cualitativa

Para realizar el análisis económico es indispensable efectuar observaciones de manera individual del proyecto y agua embotellada.

En la tabla N° 22 consta la descripción de los costos iniciales requeridos para la aplicación del proyecto detallando precios individuales de los materiales necesarios los mismos que arrojan un costo inicial de \$350. Referente al agua embotellada para adquirirla se necesita un costo inicial de \$25 que engloba a la compra del botellón retornable y el líquido.

La tabla N° 23 indica la vida útil del proyecto purificador solar y lámpara UV para diez años esto en función de la durabilidad de los materiales con los cuales están contruidos, el volumen que trata es de 26 litros de agua para lo cual se necesita un costo final de 350 dólares considerando también gastos extras con un valor de 15 dólares ambos anualmente.

Una vez realizado los cálculos teniendo en cuenta los 10 años de durabilidad y gastos extras, el costo anual es de \$ 50 dólares mientras que el costo mensual es de \$ 4,17 y finalmente el valor diario es de 0,14ctvs que debería gastar una familia de 6 integrantes.

Referente al agua embotellada su vida útil es indefinida ya que existe gran variedad de empresas que ofertan agua envasada, para poder realizar la comparación con la durabilidad del proyecto ejecutado se consideró 10 años, el volumen que ésta oferta es de 20 litros, para los costos se consideró \$ 9 cada mes que la persona pagará solo por el líquido, mientras que por el envase retornable el valor a cancelar será de \$ 13 cada 3 años. Una vez realizado los cálculos considerando la durabilidad el precio final es de \$111,90 anuales, 9,33 mensuales y 0,31 ctvs diarios por cada familia de 6 integrantes.

Es así que se puede concluir que el proyecto de investigación es económicamente factible ya que permite al consumidor ahorrar \$ 612 durante diez años evitando la compra de agua embotellada, además constituye un proyecto sostenible y de fácil operación y mantenimiento.

3.2.7. Ventajas y limitaciones del Purificadores Solar- Lámpara UV

3.2.7.1. *Ventajas*

- Mejora la calidad microbiológica del agua para consumo humano.
- Mejora la calidad de vida de las personas.
- La construcción del Purificador Solar y Lámpara UV no es costosa por lo que es fácilmente replicable.
- Disminuye los gastos de cada familia al emplear menos recurso financiero ya que evitarán la compra agua embotellada.
- Cualquier persona puede verificar el correcto funcionamiento del sistema de desinfección ya que su estructura es de fácil entendimiento y manipulación.
- Los materiales para la construcción del Purificador Solar y Lámpara UV son de fácil accesibilidad.
- Bajo costo de inversión inicial, así como también reducción de gastos de operación cuando se compara con tecnologías similares como la cloración.
- En el tratamiento de desinfección no se utiliza ningún tipo de químicos de manera que no existe ninguna variación en el agua.
- El periodo de limpieza y mantenimiento es simple.
- Las conexiones e instalaciones de agua y electricidad son sencillos.
- Es un sistema de tratamiento de agua amigable con el ambiente pues para la desinfección se utiliza energía solar un recurso renovable.

- Por los resultados obtenidos durante el proceso investigativo el sistema es confiable y efectivo en época de invierno, aún más si se lo realiza en época de verano.
- Por las dimensiones y el peso del sistema es de fácil transportación.
- La capacidad del volumen del agua tratada por el sistema es superior a la cantidad de agua que tiene el botellón común de agua.
- La lámpara UV tiene eficiencia energética pues tan sólo utiliza 15W.

3.2.7.2. Limitaciones

- En época de invierno la desinfección solar es baja por lo que se necesita que el sistema purificador solar y lámpara UV trabajen en conjunto.
- Debe contar con electricidad de una hora diaria para el funcionamiento de la lámpara especialmente en época de invierno donde hay desinfección baja.
- Para lograr un adecuado funcionamiento del purificador solar se requiere alcanzar temperaturas mayores a 40° C dentro del sistema.
- El funcionamiento del sistema depende de las condiciones meteorológicas.
- Se requiere inversión de tiempo en su construcción, funcionamiento y mantenimiento.
- Se requiere necesariamente un día completo para el tratamiento.
- El sistema no desinfecta grandes volúmenes de agua.

- El foco de la lámpara UV tiene una duración de 1200 horas, y se lo puede conseguir únicamente en sitios especializados que distribuyan equipos de tratamiento de agua.
- La disposición final del foco de la lámpara UV, debe ser enviada a un gestor autorizado debido a que la misma contiene Hg.
- La manipulación de la lámpara UV debe ser cuidadosa pues es un material de vidrio.
- Se necesita una cubierta plástica para la protección de polvo, viento y lluvia.

3.3. Socialización

3.3.1. Introducción

El recurso hídrico constituye el líquido vital para todas las formas de vida existentes, siendo los afloramientos de agua la mayor fuente de abastecimiento para el consumo humano a nivel mundial y local, su calidad depende principalmente de factores naturales como es el lugar donde se encuentre y de factores antrópicos como son las múltiples actividades que realiza la humanidad en su diario vivir.

Siendo así que existen muchas formas de tratamiento del agua para consumirla de manera segura encaminados al buen vivir de la población, para ello se aplicó el tratamiento del líquido vital utilizando un recurso renovable como es la radiación solar del cual toda una sociedad la puede aprovechar de manera óptima, acompañado de un sistema complementario como es la lámpara de luz UV, todo aquello para desinfectar agua contaminada microbiológicamente.

De ésta manera en el Barrio la Merced se implementó el tratamiento anteriormente mencionado en la vivienda de un morador del sector, dando una opción de desinfección microbiológica del agua a nivel doméstico que es utilizada para beber diariamente, con el objeto de consumir un agua que cumpla con los parámetros establecidos según la normativa vigente, en éste caso basándonos en la Norma INEN 1108:2011, y difundir los resultados como base fundamental en la iniciativa de que cada familia desinfecte su agua gracias a la aplicación de radiación solar acompañado de una lámpara UV.

3.3.2. Objetivo de la Socialización

Difundir los resultados obtenidos en el proceso investigativo de diagnóstico e implementación de un purificador solar y lámpara UV en una vivienda para el tratamiento microbiológico del agua utilizada para beber a nivel domiciliario en el Barrio la Merced, Provincia de Pichincha.

3.3.3. Justificación de la Socialización

La importancia de la difusión de los resultados obtenidos en una investigación constituye el punto de partida para la toma de decisiones, por tal motivo en el presente trabajo investigativo se socializó a los moradores del sector los resultados adquiridos en la determinación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano del Barrio la Merced referidos a los puntos de muestreo de la primera fase que corresponde al tanque de captación y el grifo de agua en el sistema de abastecimiento, para a posterior en la segunda fase exponer los resultados de diseño, armado e implementación del purificador solar y lámpara UV, todo aquello con el objeto de que el correspondiente estudio no sólo quede inscrito en papeles sino que cada familia tenga el conocimiento del proyecto y pueda tomar la decisión más adecuada de acuerdo a sus necesidades.

Además el justificativo de que la sociedad debe consumir el agua en condiciones óptimas asegurando su calidad de vida y ambientalmente utilizando un recurso renovable como es el sol, recalando que el estudio se lo realizó en época crítica de condiciones invernales lo cual motivó a la aplicación del tratamiento complementario de la lámpara UV, pues estudios anteriores han sido realizados únicamente en época de verano.

3.3.4. Desarrollo de la Socialización

A continuación se describe el proceso llevado a cabo en la socialización del presente trabajo investigativo.

3.3.4.1. Descripción del proceso de socialización del tema de tesis ejecutado en el Barrio la Merced de la Provincia de Pichincha

- ***Fecha, lugar y hora***

El proceso de socialización se realizó el día 29 de Mayo de 2015, en la Casa barrial de la Merced ubicada en la Parroquia de Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha a las 18: pm.

- ***Tema de socialización***

“Determinación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano, para la implementación de un purificador solar en una vivienda del Barrio la Merced, Provincia de Pichincha, periodo 2014-2015”

- ***Asistencia***

Con la asistencia del Sr. Gerardo Arias presidente del Barrio la Merced, miembros de la Junta Administradora de Agua Potable - Alcantarillado y moradores del barrio, la constancia de asistencia lo indica el Anexo N° 14.

- ***Materiales de socialización***

- Invitaciones entregadas con anterioridad previa la socialización.
- Presentaciones con la temática referente a trabajo investigativo de tesis.

- Videos asociados a la calidad microbiológica del agua de consumo humano.

- ***Temática tratada***

- Problemática generada a nivel mundial y local sobre la calidad microbiológica del agua de consumo humano.
- Justificativo y objetivos de la realización del tema de tesis en el lugar e estudio.
- Antecedentes del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Barrio la Merced.

- Descripción de la Fase 1:

Toma de muestras en el tanque de captación y grifo de agua.

Resultados obtenidos de la calidad microbiológica del agua de consumo humano pertenecientes al tanque de captación que contiene el agua cruda de los dos acuíferos y del grifo de agua.

- Descripción de la Fase 2:

Cálculo del volumen de agua utilizado para beber por familia para el diseño del purificador solar y lámpara UV.

Armado y funcionamiento.

Toma de muestras en día soleado y parcialmente soleado.

Resultados obtenidos.

Análisis Económico del proyecto.

- Conclusiones y recomendaciones.

- ***Intervenciones***

Al finalizar la exposición sobre el tema de tesis se procedió a las intervenciones que se describen a continuación:

- Sr Manuel Pastrano presidente de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado del Barrio la Merced: El estudio realizado al sistema de agua es de vital importancia pues les permitió visualizar las fallas existentes, además de obtener resultados actualizados de la calidad microbiológica del agua de consumo humano para la toma de decisiones en cuanto a su tratamiento.
- Sr. Gerardo Arias presidente del Barrio la Merced: El trabajo ejecutado es un aporte de vital importancia no sólo al barrio sino a localidades vecinas pues representa el inicio de un cambio para cada familia en el caso de emprender con ésta iniciativa al tratar el agua aplicando el sistema de purificación solar y lámpara UV.
- Lic. Patricia Quillupangui, moradora del barrio: Recalca la gratitud hacia el estudio efectuado pues muy pocas veces son tomados en cuenta barrios que en la mayoría de los casos se encuentran en el olvido y aún más positivo que se esté tratando un recurso vital para todos como es el agua pues constituye la fuente de vida, además que se les ha brindado una opción hacedera de mucho interés en cuanto a la purificación solar del agua y lámpara UV que era de su desconocimiento, con los resultados obtenidos los moradores a posterior lo podrían realizar e implementar en sus viviendas para evitar la compra de agua embotellada.

3.4. Conclusiones y Recomendaciones

3.4.1. Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados y resultados obtenidos se han establecido las siguientes conclusiones:

- El diagnóstico actual de la calidad microbiológica del agua de consumo humano del Barrio la Merced se efectuó mediante el análisis de laboratorio en el Departamento de Microbiología de la Universidad Central del Ecuador donde se determinó que en los resultados del tanque de captación de los dos afloramientos de agua cruda sin tratamiento existe la presencia de Coliformes Totales en un 9.3×10^4 ufc/100 ml, en lo que respecta al resultado del grifo de agua se obtuvo 4.3×10^4 ufc/100 ml correspondiente al agua tratada mediante el dosificador por tabletas de hipoclorito de calcio PROVITAB 3, por lo que no cumple con los límites establecidos por la noma INEN 1108:2011, éste resultado es consecuencia de la mala dosificación que se realiza pues la misma no es continua.
- Por los resultados obtenidos se aplicó el sistema de tratamiento microbiológico a nivel doméstico mediante el empleo de un purificador solar y lámpara UV los mismos que fueron diseñados en función al volumen de agua que una familia de seis integrantes necesitan para beber diariamente, con el objeto de evitar la compra de agua embotellada, recalcando que el trabajo investigativo se lo efectuó en época de invierno específicamente los meses de Febrero y Marzo con el propósito de obtener resultados en la situación más crítica lo cual permitió establecer un sistema complementario a la purificación solar como fue el uso de la lámpara UV.

- Los resultados obtenidos en la aplicación del purificador solar y lámpara UV en día soleado para eliminar el patógeno de 9.3×10^4 ufc/100 ml de Coliformes totales existentes en el agua fueron los siguientes: en el agua evaporada se obtuvo 1.5×10^4 ufc/100 ml donde se logró eliminar 78 000 unidades formadoras de colonias por cada cien mililitro, en lo que respecta al agua sin evaporar se obtuvo 3.2×10^4 ufc/100 ml eliminando 61 000 unidades formadoras de colonias por cada cien mililitros, por lo que fue necesario la aplicación del tratamiento complementario como es la lámpara UV la misma que para su eficacia en el agua a tratarse que en éste caso se la aplicó al agua que no se evaporó no debe sobrepasar los 4.0×10^4 ufc/100 ml, por lo descrito, los resultados finales fueron de <10 ufc/100 ml cumpliendo con el límite permisible establecido por la norma INEN 1108:2011 haciéndola apta para beber.
- En lo que respecta a los resultados obtenidos en el día parcialmente soleado para eliminar el patógeno de 9.3×10^4 ufc/100 ml de Coliformes totales existentes en el agua fueron los siguientes: se obtuvo 3.0×10^4 ufc/100 ml para el agua evaporada eliminando 63 000 unidades formadoras de colonias por cada cien mililitros, para el agua sin evaporar se obtuvo 4.0×10^4 ufc/100 ml donde se logró eliminar 53 000 unidades formadoras de colonias por cada cien mililitros, y mediante la aplicación de la lámpara UV al mayor volumen de agua que se obtuvo en éste caso correspondiente al agua no evaporada se logró un resultado óptimo de <10 ufc/100 ml cumpliendo con lo establecido por la norma INEN 1108:2011.
- Se determinó que el proyecto depende de condiciones meteorológicas del sector en donde a mayor temperatura existe mayor desinfección solar correspondiente a una relación directamente proporcional, en cuanto al tratamiento complementario de la lámpara UV ésta funcionó correctamente ya que el agua que desinfectó fue previamente expuesta a la radiación solar en la

cual los niveles de contaminación microbiológica de Coliformes Totales bajaron, donde a menor unidades formadoras de colonias presentes en el agua existe una mayor desinfección proporcionada por la lámpara UV correspondiente a una relación indirectamente proporcional, todo aquello evidencia el trabajo en conjunto del purificador solar y lámpara UV.

- Finalmente por lo descrito anteriormente, los resultados obtenidos se socializaron a los moradores y directivos del Barrio la Merced, en la cual manifestaron que el trabajo investigativo efectuado les proporcionó una opción de tratamiento domiciliar para que eviten la compra de agua embotellada y más bien puedan tratar su propio líquido vital, además que se entregó los correspondientes análisis microbiológicos con parámetros actualizados y datos de fallas existentes en su planta de tratamiento a los encargados.

3.4.2. Recomendaciones

- Es necesario que en las fuentes de abastecimiento que corresponden a los dos afloramientos de agua que posee el Barrio la Merced se realice la limpieza y cercado adecuado dentro de su área de influencia pues debido a su ubicación en medio de una vegetación densa existe la acumulación de biomasa siendo los puntos críticos de afectación, lo cual evitará que exista una mayor contaminación microbiológica del recurso hídrico, pues a nivel físico y químico cumple con los límites establecidos en la normativa vigente, además del mantenimiento adecuado a su planta de tratamiento.
- A las familias del sector, aplicar el tratamiento de purificación solar y lámpara UV, ya que los resultados del trabajo investigativo ejecutado en época crítica invernal indican su adecuado funcionamiento, además es replicable por su

fácil construcción y con materiales de bajo costo, de esa manera eviten la compra de agua embotellada ahorrando un gasto adicional representativo y puedan tratar un mayor volumen del líquido vital a nivel domiciliario y consumirla de manera segura.

- Es importante que al efectuar el proceso de construcción del purificador solar y lámpara UV, lo realicen como lo indica el apartado de armado y funcionamiento en el presente trabajo investigativo con el fin de conseguir los resultados deseados y no se presenten dificultades en su operación.
- Se recomienda a la Junta de agua del Barrio efectuar análisis del recurso hídrico como mínimo cada 6 meses, pues permiten determinar si algún contaminante excede los límites máximos permitidos y de esa manera aplicar las medidas correctivas necesarias para evitar que incrementen problemas que conlleva el consumo de agua no potable, además de realizar una dosificación continua de cloro como lo está descrito anteriormente en el presente trabajo, para evitar que no suban los niveles de contaminación microbiológica del agua, ya que el tratamiento que realiza la Junta de agua hace que disminuya los niveles de contaminación más no los elimina de manera total.

3.5. Referencias Bibliográficas

3.5.1. Bibliografía Citada

- AGUINAGA, María, VILLALBA, Ana y VALVERDE Espinosa. *Ciencias Naturales* 8a, 9a, 10a. Buenos Aires: Norma S.A. Ediciones, 2011. 224 p. ISBN: 978-9978-54-631-4

- GARCÉS, Hugo. *Metodología de la investigación*. 1a. ed. Ecuador: Ediciones Abya-Yala, 2000. 20p. ISBN: 9978-04-641-0

- GONZALES, Carlos. *Cambio climático, causa, consecuencias, soluciones y energía solar*. 2a. ed. Madrid: Paraninfo Ediciones, 2010. 200 p. ISBN: 98-84-8476-402-1

- MARTÍNEZ, Pedro, MARTÍNEZ, Pedro y CASTAÑO Castaño, Silvino. *Fundamentos de Hidrogeología*. Madrid: Mundi Prensa Ediciones, 2005. 250 p. ISBN: 84-8476-239-4

- MEIN, Arena. *Fundamentos de Química*. 10a. ed. Venezuela: Thomson Ediciones, 2001. 324 p. ISBN: 970-686-056-8

- PÉREZ, S. *Investigación cualitativa I: Retos e interrogantes*. 6a. ed. Madrid: Editorial la Muralla, 1994. 465p. ISBN: 978847336286

- PRIETO, Carlos. *El agua, Sus formas, Efectos, Abastecimientos, Usos, Daños, Control y Conservación*. 1a. ed. Bogotá: ECO Ediciones, 2004. 380 p. ISBN: 958-64-8356-8

- SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 5a. ed. Mexico: McGraw-Hill, 1999. 28 p. ISBN: 97807102919.

- TAMAYO, Mario. *Serie Aprender a investigar Tomo 2*. 3a. ed. Colombia: Arfo editores Ltda., 1999. 38 - 44p. ISBN: 958-9279.13.9

- RUIZ, Ramón. *Historia y Evolución del Pensamiento Científico*. 26a. ed. México: Ediciones Trillas. 2006. 40 p. ISBN: 978-84-690-6369-9

3.5.2. Bibliografía Consultada

- CASTILLO, Mauricio. *Manual para la formación de investigadores: una guía hacia el desarrollo del espíritu científico*. 2a. ed. Santafé de Bogotá: Magisterio editorial, 200. 125 p. ISBN: 958-20-0499-1

- GOMEZ, Esteban. *Higiene en alimentos y bebidas*. 5a. ed. México: Trillas editorial, 2002. 308 p. ISBN: 978-968-24-654-2

- MEYER, Marco. *Control de calidad productos agropecuarios*. 3a. ed. México: Trillas editorial, 2012. 102 p. ISBN: 978-607-17-0974-0

3.5.3. Tesis

- CASTRO Juan, Cristóbal. Diseño de una propuesta de tratamiento y purificación del agua de consumo humano en el centro de experimentación y producción Salache (ceypsa) de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2010-2011. Tesis (Previo para la obtención del título en Ingeniero Ambiental). Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, 2011. 86p.

- HINOJOSA Cañizares, Gonzalo. Diagnóstico de la actividad turística en el valle de macachí y propuestas de mejoramiento en el período 2006-2007. Tesis (monografía de grado previa la obtención del título de Guía Profesional de Turismo). Macachí, Ecuador : Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Turismo y Preservación Ambiental, Hotelería y Gastronomía, 2007. 142p.

- TIPÁN Paul, Fernando. Propuesta para el tratamiento biológico de las aguas de las acequias egas del ceypsa, para uso piscícola en el período 2009-2010. Tesis (Previo a la obtención del título en Ingeniero Ambiental). Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, 2011. 76p.

3.5.4. Legislación

- Ecuador. Constitución de la República 20 de octubre, Capítulo 2 De los derechos civiles, 22 de octubre 2008, Registro Oficial núm. 449, p. 80

- Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2011 5 de julio, Agua Potable-Requisitos, 30 de junio 2011. Cuarta Edición, Registro Oficial núm. 481, p. 6

- Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana 2176: 1998 23 de julio, Agua, Calidad de Agua, Muestreo, Técnicas de Muestreo, 5 de agosto de 1998, Registro Oficial núm. 376, p. 12

- Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana 2169: 1998 23 de julio, Calidad de Agua, Manejo y Conservación de Muestras, 5 de agosto de 1998, Registro Oficial núm. 376, p. 12.

- Ecuador. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, 31 de marzo, Libro VI de la ley de la prevención de la contaminación o calidad ambiental del recurso agua, anexo 1D, 13 de febrero del 2015, Acuerdo Ministerial núm. 028, p. 220.

- Suiza. Organización Mundial De La Salud 03 de diciembre, Estándares de Calidad Para Agua de Consumo Humano, 26 de febrero 2014, Registro Oficial núm. 171, p. 121.

3.5.5. *Lincografía*

- INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Quito: INAMHI. 1963-2010 Anuarios y Documentos pg.108.
Disponible en:
http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/pgd/2carcantyparr/3mejia/79_cantonmejia.pdf

- MARTINA, Stoessel. Cuidemos el Mundo. cuidemosalmundo.org. 6 de junio del 2013.
Disponible en:
<http://www.cuidemosalmundo.org/cuidemos-el-agua/7-tipos-de-contaminación-del-agua>

- WEGELIN, Martin. Desinfección Solar del Agua. Itacanet.org. 12 de diciembre del 2012.

Disponible en:
<http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%206%20Tratamiento%20de%20agua/Desinfecci%C3%B3n%20Solar%20SODIS.pdf>

- La importancia y el cuidado de los acuíferos en el Ecuador. Coastmanecuador. 23 de diciembre del 2013
Disponible en:
<http://coastmanecuador.com/la-importancia-y-el-cuidado-de-los-acuiferos-en-el-ecuador/>

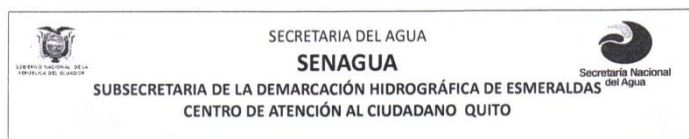
- Manual de Aguas de Muestreo .Cegesti.org..10de octubre 2010
 Disponible en
 <http://www.cegesti.org/agace/presentaciones/08_manual_aguas_muestreo_de_aguas.pdf

- Sistemas acuíferos trasfronterizos de Sudamérica. Isarm.org. 17 de julio del 200
 Disponible en
 <http://www.isarm.org/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=232

- Y, ¿qué es un hombre sin energía? Nada, absolutamente nada. Hispagua.cedex. 20 de marzo del 2011
 Disponible en <
http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/2%C2%BAInforme_energia.pdf

3.6. Anexos

ANEXO 1. TRASPASO DE CONCESIÓN DE AGUA A LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL BARRIO LA MERCED OTORGADA POR SENAGUA



Quito, 30 de Marzo del 2015

Número telefónico **2317559**

Señor (a): Juan Manuel Pastrano, en su calidad de Presidente de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado "La Merced de Tambillo"

En la solicitud presentada, se ha dictado la siguiente RESOLUCIÓN.

SECRETARIA DEL AGUA, SUBSECRETARIA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE ESMERALDAS CENTRO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO - QUITO.- Proceso Administrativo Nro. **2023-14 Tr Rv.** (PMP). Quito, 30 de marzo del 2015. Las 09H00.- **VISTOS:** Avoco conocimiento del presente trámite administrativo en virtud de haber sido designado, Responsable Técnico del Centro de Atención al Ciudadano – Quito (E) de la Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Esmeraldas – Secretaría del Agua – SENAGUA, mediante memorando SENAGUA-CDHE.15-2015-0047-M, de 15 de enero del 2015, en cumplimiento a lo que determina los Acuerdos No. 2011-334 de fecha 05 de septiembre del 2011 y a la Reforma y Nueva Codificación del estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por procesos de la Secretaría del Agua, constante en el acuerdo No. 2014-910 de 17 de abril del 2014. Que mediante Acuerdo Ministerial N.- 2010-66 del 20 de enero del 2010, se establece y delimita las nueve demarcaciones hidrográficas y sus respectivas zonales. Que mediante Acuerdo Ministerial N. 2009-46 expedido el 13 de noviembre de 2009, se crea la Demarcación Hidrográfica de Esmeraldas Que mediante Acuerdo Ministerial No. 2009-48 de 4 de diciembre del 2009, se expide el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos de la Secretaría del Agua – SENAGUA. **En lo principal:** Comparecen a esta Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Esmeraldas – Centro de Atención al Ciudadano - Quito, el señor Juan Manuel Pastrano, en su calidad de Presidente de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado "La Merced de Tambillo" y presenta una solicitud de transferencia del derecho de aprovechamiento de aguas, en un caudal de 2,5 l/s, dentro del proceso de concesión No. 2023-03, la misma que pasará a nombre de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado La Merced.- En providencia de 23 de abril del 2014, se acepta la solicitud a trámite, por cuanto la solicitud reúne los requisitos establecidos en la Ley y, en apego a lo dispuesto por el Art. 152 del Reglamento, se designa a la Ing. Andrea Guerrón, funcionaria de esta dependencia, para que actúe como perito en la diligencia y realice el estudio técnico de la solicitud, para lo cual se señala para el día jueves 22 de mayo del 2014, a las 10h00, diligencia que ha sido cumplida y obra de autos de fs. 16 a la 23. Siendo el estado de la causa el de resolver, para hacerlo se considera: **PRIMERO.**- De conformidad con lo prescrito en los artículos 12, 72, 282, 318, 411 y 412 de la Constitución de la República del Ecuador, así como lo estipulado en la transitoria SEXTA de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos de Agua, en concordancia con lo expresado en el

Calle Toledo N22-286 y Lerida, Edificio de la Subsecretaría de Agua Potable y Alcantarillado, Cuarto Piso Página Web
www.agua.gob.ec e-mail dhesmeraldas@senagua.gob.ec, patricio.montenegro@agua.gob.ec
Quito - Ecuador

ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL TRABAJO INVESTIGATIVO



Ubicación de los afloramientos de agua.



Sistema de tratamiento de agua del Barrio la Merced.

ANEXO 3. MUESTREO PERTENECIENTE A LA FASE 1 DEL TRABAJO INVESTIGATIVO



Toma de muestras en el tanque de captación – unión de los dos afloramientos de agua.



Toma de muestras en el grifo de agua.

ANEXO 4. FASE 1: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL TANQUE DE CAPTACIÓN



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.31691
ORDEN DE TRABAJO No. 47750

SOLICITADO POR:	DÍAS DÍAS LILIANA SALOME
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	LATACUNGA
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA BARRIO LA MERCED CANTÓN MEJÍA M1
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	06/01/2015
HORA DE RECEPCIÓN:	09H45
FECHA DE ANÁLISIS:	09/01/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	23/01/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	1 LITRO
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
*RECUENTO DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	MMI-26/SM 9215-D
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	9.3X10 ⁴	MMI-27/SM 9222-B
*RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*Escherichia coli (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
*Salmonella spp (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

DATOS ADICIONALES:

ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro



B.F. Magaly Chasi - MSc
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA

RMI-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO 5. FASE 1: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL GRIFO DE AGUA



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS**

**INF.LAB.MI.31692
ORDEN DE TRABAJO No. 47750**

SOLICITADO POR:	DÍAS DÍAS LILIANA SALOME
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	LATACUNGA
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA BARRIO LA MERCED CANTÓN MEJÍA M3
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	06/01/2015
HORA DE RECEPCIÓN:	09H45
FECHA DE ANÁLISIS:	09/01/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	23/01/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	1 LITRO
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
*RECUENTO DE BACTERIAS ANAEROBIAS MESÓFILAS	ufc/100ml	<10	MMI-26/SM 9215-D
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	4.3X10 ⁴	MMI-27/SM 9222-B
*RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	SM 9222-D
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25ml)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

DATOS ADICIONALES:

ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro



B.F. Magaly Chasi - MSc
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilbertó Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO 6. FUNCIONAMIENTO Y MUESTREO PERTENECIENTE A LA FASE 2 DEL TRABAJO INVESTIGATIVO



Funcionamiento del purificador solar y lámpara UV.



Toma de muestras de la fase 2.

ANEXO 7. FASE 2: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA EVAPORADA EN DÍA SOLEADO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS**

INF.LAB.MI.32015
ORDEN DE TRABAJO No. 48315

SOLICITADO POR:	LORENA CRUZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO BARRIO LA MERCED CALLE F
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA TRATADA EVAPORADA M1
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	23/02/2015
HORA DE RECEPCIÓN:	09H37
FECHA DE ANÁLISIS:	25/02/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	09/03/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	2 LITROS
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	1.5X10 ¹	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECUENTO DE BACTERIAS ANAEROBIAS	ufc/100ml	<10	RECUENTO EN PLACA
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25g)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

DATOS ADICIONALES:

ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro

"Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LE 1C 04-002"

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



(Firma manuscrita)
Bif. Magaly Chasi - MSc

JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO 8. FASE 2: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTES AL AGUA SIN EVAPORAR EN DÍA SOLEADO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS**

**INF.LAB.MI.32016
ORDEN DE TRABAJO No. 48315**

SOLICITADO POR:	LORENA CRUZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO BARRIO LA MERCED CALLE F
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA TRATADA SIN EVAPOR M2
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	23/02/2015
HORA DE RECEPCIÓN:	09H37
FECHA DE ANÁLISIS:	25/02/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	09/03/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	2 LITROS
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	3.2X10 ⁴	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE BACTERIAS ANAEROBIAS	ufc/100ml	<10	RECuento EN PLACA
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25g)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

DATOS ADICIONALES:

ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro

"Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LE 1C 04-002"
"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



B.F. Magaly Chasi - MSc
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO 9. FASE 2: RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA TRATADA CON LUZ UV EN DÍA SOLEADO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.32017
ORDEN DE TRABAJO No. 48315

SOLICITADO POR:	LORENA CRUZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO BARRIO LA MERCED CALLE F
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA TRATADA EVAPORADA CON LUZ UV
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	23/02/2015
HORA DE RECEPCIÓN:	09H37
FECHA DE ANÁLISIS:	25/02/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	09/03/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	2 LITROS
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	<10	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECUENTO DE BACTERIAS ANAEROBIAS	ufc/100ml	<10	RECUENTO EN PLACA
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25g)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

DATOS ADICIONALES:

ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro

"Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LE 1C 04-002"

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



B.F. Magaly Chasi - MSc
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO 10. FASE 2. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA EVAPORADA EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.32022
ORDEN DE TRABAJO No. 48388

SOLICITADO POR:	LORENA CRUZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO BARRIO LA MERCED CALLE F
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA TRATADA 1 BARRIO LA MERCED
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	02/03/2015
HORA DE RECEPCIÓN:	10H15
FECHA DE ANÁLISIS:	02/03/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	09/03/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	2 LITROS
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

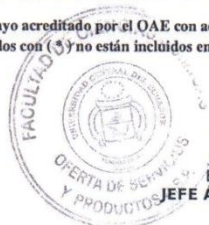
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	3.0X10 ⁴	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECUENTO DE BACTERIAS ANAEROBIAS	ufc/100ml	<10	RECUENTO EN PLACA
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25g)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

DATOS ADICIONALES:

ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro

"Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LE 1C 04-002"

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



B.F. Magaly Chasi - MSc
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO 11. FASE 2. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA SIN EVAPORAR EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.32023
ORDEN DE TRABAJO No. 48388

SOLICITADO POR:	LORENA CRUZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO BARRIO LA MERCED CALLE F
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA TRATADA 2 BARRIO LA MERCED
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	02/03/2015
HORA DE RECEPCIÓN:	10H15
FECHA DE ANÁLISIS:	02/03/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	09/03/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	2 LITROS
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	4.0X10 ⁴	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECuento DE BACTERIAS ANAEROBIAS	ufc/100ml	<10	RECuento EN PLACA
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25g)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

DATOS ADICIONALES:

ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro

*Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LE IC 04-002"

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"

B.F. Magaly Chasi - MSc
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilbert Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO 12. FASE 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO CORRESPONDIENTE AL AGUA TRATADA CON LUZ UV EN DÍA PARCIALMENTE SOLEADO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI.32024
ORDEN DE TRABAJO No. 48388

SOLICITADO POR:	LORENA CRUZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	TAMBILLO BARRIO LA MERCÉD CALLE F
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA TRATADA 3 BARRIO LA MERCED
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	02/03/2015
HORA DE RECEPCIÓN:	10H15
FECHA DE ANÁLISIS:	02/03/2015
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	09/03/2015
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO DECLARADO:	2 LITROS
CONTENIDO ENCONTRADO:	-----
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	ufc/100ml	<10	MMI-27/SM 9222-B
* <i>Escherichia coli</i> (Recuento)	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECUENTO DE COLIFORMES FECALES	ufc/100ml	<10	MMI-28/SM 9222-D
*RECUENTO DE BACTERIAS ANAEROBIAS	ufc/100ml	<10	RECUENTO EN PLACA
* <i>Salmonella spp</i> (Identificación/25g)	P/A	AUSENCIA	NTE INEN 1529-15:96

DATOS ADICIONALES:
ufc/100ml: Unidad formadora de colonias por 100 mililitro

"Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE LE 1C 04-002"
"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



B.P. Magaly Chasi - MSc
JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Telefax: 3216-740 - Web: www.facuquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

ANEXO 13. PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE LA TESIS EN EL BARRIO LA MERCED



Exposición del tema de tesis.



Intervenciones y directivos del Barrio - Junta de Agua Potable la Merced.

ANEXO 14. ACTA DE SOCIALIZACIÓN DE LA TESIS EFECTUADA EN EL BARRIO LA MERCED DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA

ACTA DE CONSTANCIA DE SOCIALIZACIÓN DE LA TESIS

En la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia de Tambillo, Barrio la Merced, a los 29 días del mes de Mayo de 2015, siendo las 18:00 horas se efectuó el proceso de socialización del tema de tesis titulado "Determinación de la calidad microbiológica del agua de consumo humano, para la implementación de un purificador solar en una vivienda del barrio la Merced, provincia de Pichincha, período 2014 – 2015" ejecutado por las estudiantes Ana Gabriela Cruz Nieto con cédula de ciudadanía N° 172404258-3 y Liliana Salomé Días Días con cédula de ciudadanía N° 050386299-7, pertenecientes a la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, la socialización se efectuó con la presencia de los miembros de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado, directiva y miembros del Barrio la Merced.

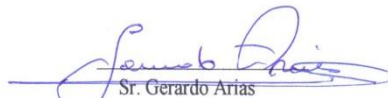
Para constancia del escrito anterior firman las partes involucradas.



Sr. Manuel Pastrano

C.I. 170926390-7

**PRESIDENTE JUNTA ADMINISTRADORA DE
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
LA MERCED**



Sr. Gerardo Arias

C.I. 05-00522990

**PRESIDENTE BARRIO
LA MERCED**



Ana Gabriela Cruz Nieto

C.I. 172404258-3

TESISTA



Liliana Salomé Días Días

C.I. 050386299-7

TESISTA