



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA ADMINISTRATIVA

TÍTULO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS

**Diseño para la implementación de una planta de purificación de agua potable
para la Brigada de Selva 19 “Napo”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Bolaños Méndez, Juan Francisco, Lcdo.

DIRECTOR: Toledo Macas, Elisa Evelyn

CENTRO UNIVERSITARIO EL COCA

2018



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2018

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Mgtr.

Beatriz Josefina Hurtado Regalado

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

Presente.-

El presente trabajo de titulación, denominado: “Diseño para la implementación de una planta de purificación de agua potable para la Brigada de Selva 19 “Napo””, realizado por Bolaños Méndez Juan Francisco, Lcdo., ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, marzo del 2017

Toledo Macas Elisa Evelyn

DOCENTE DE LA MAESTRÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Bolaños Méndez Juan Francisco declaro ser autor del presente trabajo de titulación: “Diseño para la implementación de una planta de purificación de agua potable para la Brigada de Selva 19 “Napo””, de la Titulación de la Maestría en gestión de proyectos, siendo Toledo Macas Elisa Evelyn, directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, concepto, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f.....
Bolaños Méndez Juan Francisco
171806974-1

DEDICATORIA

*A mi esposa, Elizabeth, a mis hijos,
Ian y Tami, porque a ustedes les robé
invalorables minutos de sus noches,
por su paciencia y comprensión
cuando más lo necesité en el sendero
de mi profesión, porque fueron la
fuente oculta de inspiración y
superación; porque siempre confiaron
en mí, porque con su cariño y apoyo
he llegado alcanzar una de mis
anheladas metas.*

*A mis padres, Catalina y Manuel, por
sus sabios consejos en todos los
espacios de mi vida.*

Juan Francisco.

AGRADECIMIENTO

Sea esta la oportunidad para agradecer a Dios, fuente suprema de toda sabiduría y por guiarme en todo momento.

Especialmente a tí, Elizabeth Velasco, tú, mi eterno amor, por tu comprensión, consejos, paciencia y ayuda brindada en esta etapa tan importante de mi vida, para culminar este significativo triunfo.

Y a mis padres por todo su apoyo incondicional y dedicación constante y buenos consejos

Juan Francisco,

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I.....	5
ANTECEDENTES, CONTEXTO Y ALCANCE	5
1.1 Análisis del entorno a nivel macro.....	6
1.1.1 Aspectos microbiológicos.	6
1.1.2 Aspectos químicos.....	10
1.1.3 Aspectos relativos a la aceptabilidad.	10
1.1.4 Normativa legal en el Ecuador.....	11
1.2 Análisis del entorno a nivel micro	15
1.2.1 Caracterización del problema.	17
1.2.2 Justificación e importancia del proyecto.....	20
1.3 Proyectos relacionados y/o complementarios.	22
1.4 Alcance y Objetivos	22
CAPÍTULO II.....	24
ESTUDIO DE MERCADO	24
2.1 Beneficiarios	25
2.2 Estimación de la oferta de la planta actual.	25
2.3 Estimación de la demanda actual.	26
2.3.1 Proyección de la demanda.	26

2.4 Fuentes primarias	27
2.4.1 Diseño y recopilación de datos.....	27
2.5 Interpretación y análisis de resultados.....	29
CAPÍTULO III.....	39
ESTUDIO TÉCNICO	39
3.1 Mercado objetivo	40
3.2 Tamaño del proyecto	40
3.3 Localización del proyecto	40
3.4 Ingeniería del proyecto	40
3.4.1 Descripción técnica del producto o servicio.	40
3.4.2 Identificación y selección del proceso productivo.	42
3.4.3 Requerimientos de equipos, herramientas e instalaciones.	43
CAPÍTULO IV	52
EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL	52
4.1 Evaluación Económica	53
4.1.1 Análisis de eficiencia de la propuesta (cálculo de los costos).	53
4.1.2 Análisis de eficiencia de la planta actual (Cálculo de los costos).	62
4.1.3 Análisis Costo / Beneficiario y Comparación de Costos.	63
4.1.4 Evaluación de Resultados.	67
4.2 Evaluación Social	69
4.2.1 Definición de criterios y objetivos.	69
4.2.2 Definición de importancia (Jerarquización de criterios).	70
4.2.3 Definición de variables y su peso.	71
4.2.4 Evaluación de Resultados.	73
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS	81

Anexo A.....82

Anexo B.....84

Anexo C85

Anexo D86

RESUMEN

El presente proyecto se refiere al diseño para la implementación de una planta de purificación de agua potable más adecuada para la Brigada de Selva 19 "Napo", ubicada en la provincia de Orellana, ciudad de Pto. Francisco de Orellana - El Coca, planta que deberá adaptarse a las circunstancias de su fuente/toma y a las condiciones meteorológicas de la zona. Así, para el desarrollo de este proyecto se aplicó una encuesta la cual permitió determinar la influencia que tiene el consumo y uso del agua proveniente de la actual planta, en la proliferación de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y genito-urinarias en las 4950 personas (población) que utilizan este líquido vital, de las cuales se tomó una muestra de 72 individuos. En cuanto a la parte técnica se comparó y analizó las características de la planta actual de la Brigada, con las de otras, para escoger la más efectiva de acuerdo a las necesidades de dicho Fuerte militar y de ésta manera concluir con el diseño para la implementación de la planta de purificación.

PALABRAS CLAVES: Agua potable, Agua cruda, Límite máximo permitido, Concentración de microorganismos por mililitro (ufc/ml),

ABSTRACT

This project is the design of the implementation of a water purification plant for the Napo 19th Jungle Brigade, which is located in the providence of Orellana, Pto. Francisco de Orellana as known as El Coca, this plant must adapt to its sources circumstances as well as the meteorological conditions of the zone. So, to begin the development of the project, a survey was carried out to determine the consequences over the proliferation of gastrointestinal, dermatological and genital-urinary illnesses the water originating from the current water plant was causing. A sample was taken from 72 individuals of the population of 4950 persons, which use the water of the current plant.

The characteristics of the current plant of the brigade were compared and analyzed technically with others to choose the most effective plant according to the necessities of the population of the military fort mentioned, thus concluding with the design of the implementation of the water purification plant.

KEYS WORDS: Drinking water, Raw water, Maximum Allowed Limit, concentration of microorganisms per each milliliter (ufc/ml)

INTRODUCCIÓN

El Fuerte Militar “Napo” está ubicado a orillas del río con su propio nombre, este afluente es la toma de agua para el fuerte militar antes mencionado, mismo que se encuentra contaminado por actividades como: la explotación de material pétreo, la descarga directa de aguas servidas, empleo de sustancias químicas sin dosificación adecuada en actividades de agricultura y ganadería y la explotación minera en pequeña y mediana escala; estos factores amenazan a la población con graves riesgos a su salud por la utilización de este líquido vital en sus actividades cotidianas. Con este antecedente este trabajo de investigación presenta el “Diseño para la implementación de una planta de purificación de agua potable para la Brigada de Selva 19 “Napo”.

La planta de tratamiento actual de esta unidad militar no cumple de manera óptima con el proceso de purificación del agua, como lo demuestran los resultados de los análisis efectuados a las muestras de agua, obtenidos y proporcionados por el Laboratorio de suelos, aguas y plantas del Vicariato Apostólico de Aguariño.

En el capítulo uno, se detalla el análisis del entorno a nivel macro y micro, los aspectos microbiológicos, químicos y de aceptabilidad del agua, el problema, justificación e importancia, así como el alcance y objetivos del proyecto.

En el capítulo dos se hace un estudio de mercado, recopilando datos a través de la encuesta, para posterior realizar la interpretación y análisis de cada pregunta del cuestionario utilizado.

En el capítulo tres, se efectúa el estudio técnico delimitando el lugar, el tamaño, los beneficiarios, así como también, la descripción técnica de la planta de tratamiento junto con los requerimientos, herramientas e instalaciones para la misma.

En el capítulo cuatro, se realiza el estudio económico con el cálculo de costos y beneficios del proyecto, para finalizar en el capítulo cinco con las conclusiones y recomendaciones.

La importancia de este proyecto radica en facilitar el cumplimiento de uno de los principales derechos humanos, que es, la accesibilidad al consumo de agua en óptimas condiciones para los seres vivos.

Conforme a la norma técnica: “Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) al análisis de otras plantas de tratamiento de agua, mejores a la existente en el Fuerte Militar “Napo”, y a los avances tecnológicos que nos proporcionan herramientas y opciones para lograr mejores condiciones de vida, se logra establecer el diseño para la implementación de una planta de purificación de agua potable de calidad y apta para el consumo humano de la población de esta unidad militar.

La motivación para la elaboración de este proyecto fue, palpar la realidad que se vive dentro de la unidad militar en relación a la carencia de agua potable de calidad, la cual, es un factor

importante para la proliferación de enfermedades gastrointestinales, genitourinarias y dermatológicas.

Ventajosamente, se ha buscado una alternativa muy posible de efectuarla, la misma que la planteamos en este trabajo, pues llevarlo a cabo significaría el bienestar no solo de la Brigada, sino de su entorno y por qué no decirlo sería un inicio para que los demás sectores del cantón y de la provincia se propongan y logren brindar a toda la población el líquido vital de buena calidad y óptimas condiciones de consumo.

CAPÍTULO I
ANTECEDENTES, CONTEXTO Y ALCANCE

1.1 Análisis del entorno a nivel macro

En noviembre de 2002, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas (ONU-DAES) acogió la “Observación General N° 15 sobre el derecho al agua”.

En 2011 se establece el documento titulado “Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), el cual establece que el agua es el líquido vital esencial para la vida y todos debemos disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). Este mismo documento instituye que el agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales incluyéndose en éstos la higiene.

Esta guía “describe los requisitos mínimos razonables que deben cumplir las prácticas seguras para proteger la salud de los consumidores y determinar “valores de referencia” numéricos de los componentes del agua o los indicadores de la calidad del agua” (OMS, 2011), así como las prácticas seguras para proteger la salud de quienes la consuman.

Sin duda alguna las normas para el consumo del agua difieren en fondo y forma, según los países o regiones debido a que no existe un sistema único y universal que pudiera aplicarse en estas, pero lo importante y primordial, según lo manifiesta el documento, es realizar los esfuerzos suficientes para que el agua que se consume mantenga su nivel más alto de inocuidad.

Las normas presentadas deben aplicarse a sistemas de abastecimientos de agua entubada o no entubada, en grandes y pequeñas ciudades, comunidades, o viviendas individuales.

En su gran mayoría los problemas de salud que hacen referencia al consumo o uso del agua, se fundamentan en la contaminación por microorganismos (bacterias, virus, protozoos u otros organismos) y por contaminación química.

1.1.1 Aspectos microbiológicos.

La garantía de agua inofensiva y de calidad, se fundamenta en la aplicación de procedimientos para evitar su contaminación desde el origen de captación para el proceso de potabilización. La mayor cantidad de riesgo se deriva del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, ya que son fuente de patógenos: bacterias, virus, protozoos y helmintos. Para garantizar el nivel de inocuidad microbiana del agua, esta guía estipula tres componentes de un Plan de seguridad del Agua (PSA):

1. Evaluar el conjunto del sistema, para determinar los posibles peligros a los que se pudiera estar expuesto.
2. Determinar las medidas de control necesarias para reducir o eliminar los peligros

3. Elaborar planes de gestión con medidas a adoptarse en circunstancias normales y de incidentes.

La destrucción de los anteriormente citados microorganismos patógenos, es fundamental y casi siempre se emplean químicos como el cloro, pero el empleo de este tipo de sustancias puede generar subproductos.

No obstante, los riesgos para la salud que ocasionan estos subproductos, son extremadamente pequeños en comparación con los asociados a una desinfección insuficiente; es importante que el intento de controlar la concentración de estos subproductos no limite la eficacia de la desinfección (OMS, 2011).

El consumo de agua es sólo uno de los vehículos de transferencia de los agentes patógenos transmitidos por la vía fecal – oral. Pueden ser también los alimentos contaminados, las manos sucias, utensilios de cocina y ropa, cuando el saneamiento e higiene de estos son insuficientes y/o deficientes.

A continuación, se presenta la Tabla N° 1 en la cual se detallan los agentes patógenos transmitidos por el agua y su importancia en los sistemas de abastecimientos de la misma; y, la figura 1.1 muestra en resumen las vías de transmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua, en base a los estudios realizados por la O.M.S.

Tabla N° 1. Agentes patógenos transmitidos por el agua y su importancia en los sistemas de abastecimientos de agua.

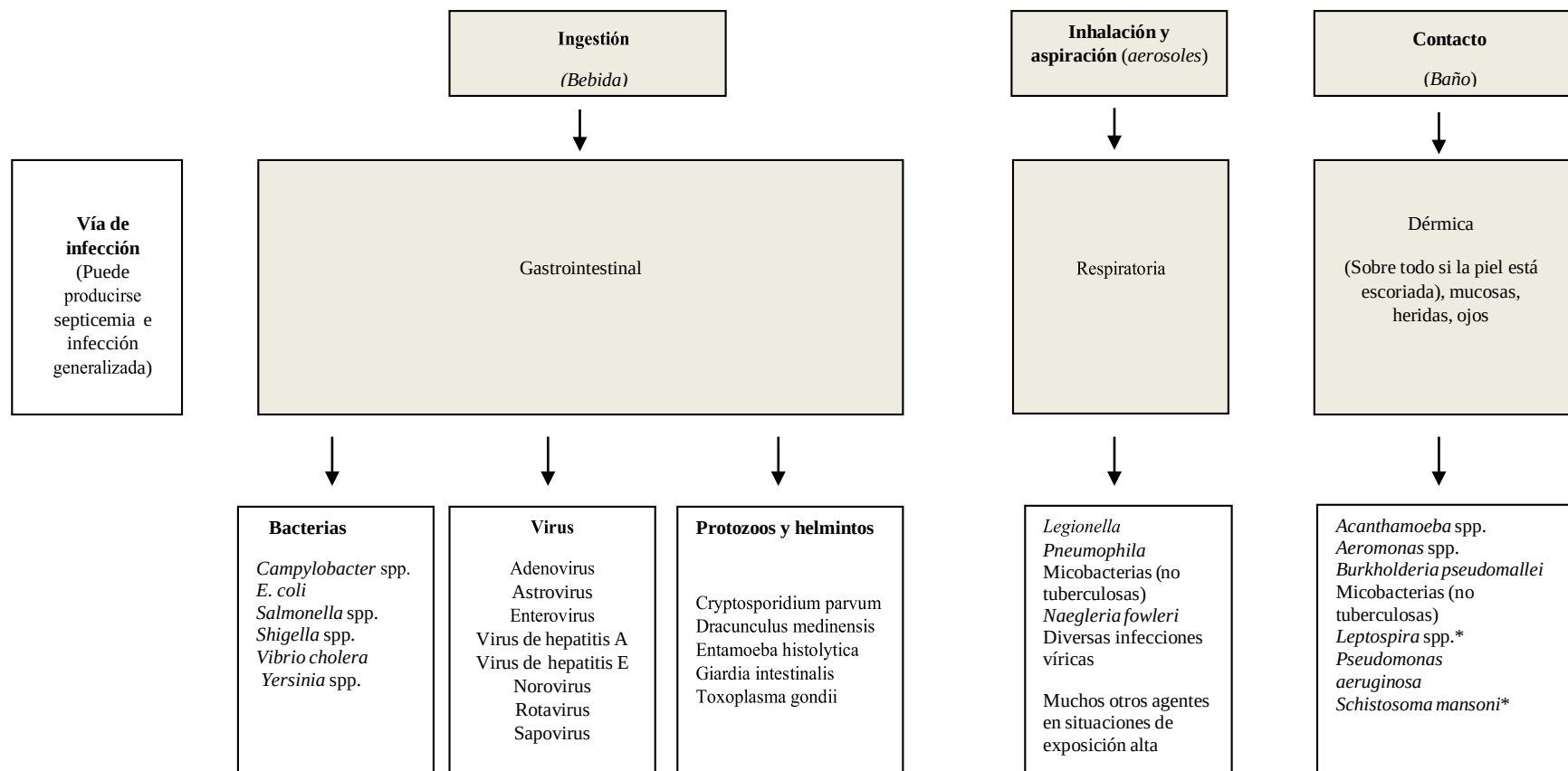
Agente patógeno	Importancia para la salud	Persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua	Resistencia al cloro	Infectividad relativa	Fuente animal importante
Bacterias					
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Baja	Puede proliferar	Baja	Baja	No
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Alta	Moderada	Baja	Moderada	Sí
<i>Escherichia coli</i> patógenad	Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
<i>E. coli</i> enterohemorrágica	Alta	Moderada	Baja	Alta	Sí
<i>Legionella</i> spp.	Alta	Prolifera	Baja	Moderada	No
<i>Micobacterias no tuberculosas</i>	Baja	Prolifera	Alta	Baja	No
<i>Pseudomonas aeruginosae</i>	Moderada	Puede proliferar	Moderada	Baja	No
<i>Salmonella typhi</i>	Alta	Moderada	Baja	Baja	No
Otras salmonelas	Alta	Corta	Baja	Baja	Sí
<i>Shigella</i> spp.	Alta	Puede proliferar	Baja	Moderada	No
<i>Vibrio cholerae</i>	Alta	Corta	Baja	Baja	No
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Alta	Corta	Baja	Baja	Sí
Virus					
<i>Adenovirus</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
<i>Enterovirus</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
<i>Virus de la hepatitis A</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	No

<i>Virus de la hepatitis E</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
<i>Norovirus y sapovirus</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
<i>Rotavirus</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Protozoos					
<i>Acanthamoeba spp.</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	No
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	No
<i>Entamoeba histolytica</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
<i>Giardia intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
<i>Naegleria fowleri</i>	Alta	Puede proliferar	Alta	Alta	No
<i>Toxoplasma gondii</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
Helmintos					
<i>Dracunculus medinensis</i>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No
<i>Schistosoma spp.</i>	Alta	Corta	Moderada	Alta	Sí
Nota: La transmisión por el agua de los agentes patógenos incluidos en el cuadro ha sido confirmada mediante estudios epidemiológicos e historias clínicas. La comprobación de la patogenicidad se basa, en parte, en la reproducción de la enfermedad en hospedadores adecuados. El valor de la información de estudios experimentales en los que se expone a voluntarios a concentraciones conocidas de agentes patógenos es relativo; como la mayoría de los estudios se realizan con voluntarios adultos sanos, la información obtenida sólo es aplicable a una parte de la población expuesta y la extrapolación a grupos más vulnerables debe estudiarse más a fondo.					

Fuente: Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud, 4ta Edic, (OMS, 2011)
Elaborado por: El autor

En la anterior tabla se detallan los agentes patógenos que pudieran ser transmitidos por el agua, la representatividad de afectación que tienen éstos a la salud humana, la persistencia de estos agentes en los sistemas de abastecimiento tomando en cuenta un periodo de detección del estado infeccioso en agua a 20 °C, con persistencia corta: hasta 1 semana; moderada: de 1 semana a 1 mes y larga: más de 1 mes.

La resistencia al Cloro estando el estado infeccioso en suspensión libre en agua tratada con dosis y tiempos de contacto convencionales, en donde se define que la resistencia es considerada como “moderada” si es posible que el agente no sea destruido en totalidad o completamente; estos resultados se obtuvieron en experimentos desarrollados a personal de voluntarios o fundamentándose en la información epidemiológica disponible. Es importante señalar que la tabla nos detalla si las bacterias, los virus, protozoos, así como helmintos tienen su origen en fuentes de origen animal



* Principalmente por contacto con aguas superficiales muy contaminadas.

Figura 1. Vías de transmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua

Fuente: Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud, 4ta Edic, (OMS, 2011)

Elaborado por: Autor

Los ambientes naturales donde se alojan y desarrollan los agentes patógenos antes de infectar a los humanos, reciben el nombre de “reservorios”, para este caso el reservorio sería el agua de consumo humano, la figura 1 muestra en resumen las sendas de transmisión de estos agentes patógenos, tomando en consideración la posibilidad de contagio por ingestión que desencadena en afecciones gastrointestinales, inhalación y aspiración que afecta el sistema respiratorio y por contacto que afecta la piel y mucosas del cuerpo.

1.1.2 Aspectos químicos.

Los riesgos a la salud generados por la ingesta de los componentes químicos del agua, son muy diferentes a los ocasionados por la ingesta de agua contaminada por microbios, esto se debe al volumen de influencia de los componentes químicos para provocar trastornos en la salud posterior a períodos largos de consumo y empleo de este líquido. Por lo general resulta ser más efectivo el localizar y minimizar la causa de la contaminación química, en lugar de adquirir o aplicar un sistema de tratamiento que permita eliminar los componentes químicos dañinos.

El consumo de agua contaminada con elementos químicos, con concentraciones altas de:

- Fluoruros de origen natural: puede generar manchas en los dientes, casos graves, fluorosis ósea
- Arsénico de origen natural: Riesgo de cáncer y lesiones cutáneas
- Selenio: vómito, náuseas, diarrea
- Nitrito y nitratos: se los ha relacionado con metahemoglobinemia.
- Plomo: efectos neurológicos adversos (OMS, 2011).

1.1.3 Aspectos relativos a la aceptabilidad.

En este campo, los componentes microbianos, químicos o físicos del agua pueden afectar directamente su constitución, su olor o sabor, los cuales sirven como factor de evaluación de aceptación y calidad para quien la consume.

Razón por la cual el consumidor puede evitar tomar agua turbia, con color y olores desagradables, que si bien es cierto, pueden o no causar repercusión en la salud, estéticamente no es aceptable; no así prefieren la ingesta de agua con mejor aspecto pero no inocua.

1.1.4 Normativa legal en el Ecuador.

En Ecuador y conforme a la norma técnica: “Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 4ta. Edic”, se estableció el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TUSLA), en el cuál se consolidan todas las leyes relacionadas a la protección de los recursos naturales. Este documento contiene nueve libros que abarcan diferentes temas: responsabilidades de la autoridad ambiental, gestión ambiental, régimen forestal, la biodiversidad, recursos costeros, la calidad ambiental, el régimen ambiental, el Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico (ECORAE) y el sistema de derechos o tasas por los servicios que presta el ministerio del ambiente; y, por el uso y aprovechamiento de bienes nacionales que se encuentran bajo su cargo y protección.

El Libro VI de esta norma, considera temas acerca de la calidad ambiental, cuyo propósito se fundamenta en reglamentar el sistema único de manejo ambiental, en anexo a este documento se establece la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE AFLUENTES, RECURSO AGUA, cuyo objetivo tiene la prevención y control de la contaminación ambiental de este insumo vital, directriz que determina:

- 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 (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2015).

A continuación se realiza una síntesis de los límites permisibles establecidos en la anteriormente citada norma.

TABLA 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1

Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/λ	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-sep
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	400
Temperatura		°X	Condición Natural + o – 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5
*PRODUCTOS PARA LA DESINFECCIÓN		mg/l	0,1
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	µg/λ	10
Benzo(a) pireno		µg/λ	0,01
Etilbenceno		µg/λ	700
Estireno		µg/λ	100
Tolueno		µg/λ	1 000
Parámetro	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible

Xilenos (totales)		μg/λ	10 000
Pesticidas y herbicidas			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	μg/λ	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	μg/λ	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	μg/λ	5
Diquat		μg/λ	70
Glifosato		μg/λ	200
Toxafeno		μg/λ	5
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		μg/λ	3
Dicloroetano (1,2-)		μg/λ	10
Dicloroetileno (1,1-)		μg/λ	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		μg/λ	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		μg/λ	100
Diclorometano		μg/λ	50
Tetracloroetileno		μg/λ	10
Tricloroetano (1,1,1-)		μg/λ	200
Tricloroetileno		μg/λ	30
Clorobenceno		μg/λ	100
Diclorobenceno (1,2-)		μg/λ	200
Diclorobenceno (1,4-)		μg/λ	5
Hexaclorobenceno		μg/λ	0,01
Bromoximil		μg/λ	5
Diclorometano		μg/λ	50
Tribrometano		μg/λ	2

Fuente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, Recurso agua, Min. Medio Ambiente, Ecuador
Elaborado por: Autor

La Tabla 2 detalla los límites máximos permisibles para las aguas de consumo humano y de uso doméstico que requieran únicamente tratamiento convencional, comprendiendo este proceso los procedimientos de sedimentación, filtración fina y gruesa.

TABLA 3. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		42984
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	250

Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°X		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
Pesticidas y Herbicidas			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno		µg/λ	0,01
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

Fuente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, Recurso agua, Min. Medio Ambiente, Ecuador
Elaborado por: Autor

La Tabla 3, detalla los límites máximos permisibles para las aguas de consumo humano y de uso doméstico que requieran desinfección, para lo cual se puede utilizar productos como: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo, debiéndose tomar en cuenta que si se observa que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se deberá aplicar un tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

1.2 Análisis del entorno a nivel micro

El área de influencia del presente proyecto se encuentra localizada en la Brigada de Selva 19 "Napo", acantonada en la provincia de Orellana, en la ciudad de Pto. Francisco de Orellana- El Coca, ubicada a una altura promedio de 254 m.s.n.m, presenta una temperatura promedio de 26° C y una precipitación anual promedio de 2800 a 4500 mm, siendo los meses de mayo y junio con mayor pluviosidad y los menos lluviosos: agosto, septiembre y octubre. El Coca es considerada una ciudad de clima muy húmedo tropical, se encuentra ubicada en una zona topográfica de suelo tipo arcilloso de textura delgada y de características ferruginosas.

La unidad militar antes mencionada, se crea en el año 1969 y a la presente fecha alberga 6 sub-unidades militares, con un aproximado de 1200 uniformados y 3000 familiares dependientes, que ocupan la vivienda fiscal en el interior de este reparto militar.

Es importante señalar que la Brigada de Selva 19 “Napo”, proporciona el agua adicionalmente a la Unidad Educativa Capt. Giovanny Calles (antiguo Colegio Militar N° 12), ya que dicha institución pedagógica estaba considerada, hasta hace poco, como parte del Fuerte Militar Napo, la cual alberga 700 estudiantes y un cuerpo docente - administrativo de 50 personas.

La ciudad de Pto. Francisco de Orellana -“El Coca”, a pesar del desarrollo petrolero de la región amazónica, no cuenta con todos los servicios básicos que la población requiere, como son: agua potable, recolección de basura, una subestación de energía eléctrica.

El Gobierno Autónomo Descentralizado (G.A.D.) de Francisco de Orellana no ha considerado dentro de su planificación, hasta la presente fecha, la cobertura del servicio de agua potable para la Brigada 19 “Napo”, por la ubicación geográfica y los costos de inversión que implica, ya que la unidad militar se encuentra al margen opuesto del río Napo, frente a la ciudad de El Coca, en tal razón utiliza una planta de tratamiento propia, la misma que, si bien es cierto, no purifica el agua para el consumo humano, solamente permite utilizarla para el baño diario y actividades de casa como: aseo de vajilla e instrumentos de cocina, lavado de ropa y demás actividades del hogar.

Esta planta de tratamiento no cuenta con un sistema efectivo de purificación, pues cuando se presentan precipitaciones, ocurren la gran mayoría del tiempo debido a la ubicación geográfica; el agua no recibe el tratamiento suficiente, por tanto no permite su utilización en ninguna actividad debido a la cantidad de arena, suciedad, residuos y bacterias que contiene. Por lo que la misma se convierte en uno de los factores más importantes para la proliferación de enfermedades gastrointestinales, genitourinarias y de la piel.

Las estadísticas de atención médica del Hospital de Brigada 19, muestran frecuentes y altos niveles anuales de estas enfermedades, cuyo diagnóstico en su gran mayoría, presumiblemente son debido al consumo y uso diario del agua que proporciona la actual planta de tratamiento de la Brigada 19 “Napo”; datos obtenidos de los registros de atención de salud al personal militar y familiares de esta unidad militar, así como de la U.E Giovanny Calles.

1.2.1 Caracterización del problema.

El río Napo tiene una longitud aproximada de 1 130 km, de los cuales 463 km se encuentran en territorio ecuatoriano y su origen en las estribaciones orientales del parque nacional Llanganates.

Debido a su gran longitud esta fuente natural de agua se encuentra contaminada por las actividades antropogénicas que afectan su calidad a lo largo de su recorrido como: la explotación de material pétreo, la descarga directa de aguas servidas, empleo de sustancias químicas sin dosificación adecuada en actividades de agricultura y ganadería, así como la explotación minera en pequeña y mediana escala, y sin dejar de lado los siniestros ocurridos con derrames de petróleo, estos factores amenazan a toda la población con graves riesgos a su salud por la utilización de este líquido vital en sus actividades cotidianas.

Debido al auge de la explotación petrolera, el crecimiento poblacional y urbano inesperado y no planificado de Pto. Francisco de Orellana, conllevó el descuido por parte de las autoridades de turno en la atención de servicios básicos: agua potable, alcantarillado, salud, educación y vialidad; la misma que tuvo consigo la toma de decisiones de forma espontánea sin el análisis respectivo, afectando de manera directa a la población de la Brigada de Selva 19 "Napo".

Decisiones como la reubicación del actual Camal Municipal de la ciudad, el mismo que se encuentra a escasos 400 m río arriba de la fuente / toma de la planta de tratamiento de agua de esta Brigada, incrementando la situación de riesgo sanitario y de contaminación al que ya tiene consigo el agua del río Napo, la misma que una vez sometida al proceso de purificación en la planta que dispone esta unidad militar, la consumen y utilizan en sus actividades diarias el personal militar, familiares dependientes, y, estudiantes, personal docente y administrativo del colegio.

La planta de tratamiento de agua potable de esta unidad militar no cumple de manera óptima con el proceso de purificación del líquido vital, como lo demuestran los resultados de los análisis efectuados a las muestras de agua, obtenidos y proporcionados por el Laboratorio de suelos, aguas y plantas del Vicariato Apostólico de Aguarico (LABSU), (Anexo B) los que revelan niveles elevados de bacterias, coliformes fecales, metales, no metales y minerales, muchos de los cuales se encuentran en el límite superior permitido según la Guía para la calidad del agua potable, establecida por la OMS (OMS, 2011).

Actualmente esta planta de tratamiento cumple los siguientes procesos para la purificación de tan importante líquido vital: inicialmente se realiza la captación del agua del río Napo mediante una bomba impulsadora de 20 HP, a continuación el agua cruda se somete al primer filtrado en tanques de retención para sedimentos gruesos; posteriormente este filtrado en estado crudo se lleva a una cisterna de almacenamiento, para ser conducida mediante bombas Booster a unos tanques, donde por acción de centrifugación este equipo separa los sólidos cuyo tamaño sea mayor a setenta y cinco micras ($75\ \mu$).

Una vez centrifugada el agua pasa a tanques especiales, para mediante la aplicación de Repised, químico que permite la agrupación de las partículas que faciliten su retención, se realiza la sedimentación.

Retenidas estas partículas densas, el agua es filtrada por segunda vez, proceso con el cual se espera atrapar barreduras de hasta diez micras ($10\ \mu$) de tamaño, con esto el agua cruda pierde la turbidez y aclara su cuerpo.

A continuación se administra Hipoclorito de sodio, a fin de desinfectar el agua de microorganismos y bacterias, para luego ser conducida mediante bombas a filtros de carbón activado, el cual absorbe el cloro residual excedente, sabores, olores, agentes colorantes, detergentes sintéticos y materia orgánica descompuesta.

Una vez filtrada el agua a través del carbón, se le suministra a su salida químico desinfectante mediante el empleo de bombas dosificadoras para ser almacenada en la cisterna y finalmente mediante el empleo de bombas de impulsión, dirigirla a los tanques elevados para su posterior distribución a la población del Fuerte Militar Napo.

Del análisis ejecutado por LABSU (Anexo B) entre los días 21 y 28 de noviembre del 2016, en las pruebas realizadas a dos muestras del agua que proporciona la planta, tomadas de la llave de la cocina de una de las viviendas de personal militar y la otra del reservorio de la planta de tratamiento; que se muestran en los cuadros anexos, detallan los niveles críticos de presencia de metales que mantiene el agua, en base a la comparación con los niveles estipulados en la Norma Técnica INEN 1108, Quinta revisión (2014-01) REQUISITOS DEL AGUA POTABLE.

De los resultados expuestos en los anexos y en consideración a la definición estipulada en la Norma Técnica INEN 1108, Quinta revisión (2014-01) referente al Límite máximo permitido, que textualmente dice: "...Representa un requisito de calidad 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. Para la verificación del cumplimiento,

los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma...”.

A continuación, se muestra un cuadro detalle con los niveles críticos que presenta el agua que se distribuye en la Brigada de Selva 19 “Napo”, en el cual se puede observar el porcentaje de los elementos presentes en el líquido vital tomando como referencia los valores estipulados en la norma citada anteriormente.

Tabla 4. Comparación del análisis del agua actual con el Límite máximo permisible en la Norma Técnica INEN 1108

ORD	PARÁMETROS	UNIDAD	a 3343	Límite máximo permisible	% de presencia
1	Color aparente	PtCo	15	15	100%
2	Cloro libre residual	mg/L	0,30	0,3	100%
3	Nitritos (NO ₂)	mg/L	0,10	3,0	3%
4	Nitratos (NO ₃)	mg/L	1,0	50	2%
5	Fluoruros	mg/L	0,10	1,5	7%
6	Arsénico	mg/L	0,005	0,01	50%
7	Bario	mg/L	0,30	0,7	43%
8	Cadmio	mg/L	0,003	0,003	100%
9	Cromo (total)	mg/L	0,05	0,05	100%
10	Cianuro libre	mg/L	0,010	0,07	14%
11	Cobre	mg/L	0,20	2,0	10%
12	Mercurio	mg/L	0,002	0,006	33%
13	Níquel	mg/L	0,10	0,07	143%
14	Plomo	mg/L	0,01	0,01	100%
15	Selenio	mg/L	0,005	0,04	13%
16	Turbiedad	NTU	5,00	5	100%

Fuente: Análisis de Laboratorio LABSU Muestra de agua de consumo, llave de la cocina - Norma Técnica INEN 1108, Quinta revisión (2014-01)

Elaborado por: Autor

De la tabla 4 se puede concluir que en cuestión física de apariencia (color y turbulencia), el agua de la unidad militar se encuentra en el límite máximo recomendado.

En cuanto a los compuestos metales y no metales, el porcentaje promedio de estos se encuentra en el 67,88 % en relación a los niveles recomendados por la O.M.S.

Por lo anteriormente expuesto, es apremiante realizar una investigación que permita determinar la factibilidad de una Planta de Tratamiento de Agua, que proporcione el líquido vital en óptimas condiciones tanto para el consumo humano como para el uso en el diario vivir del personal militar, familiares dependientes y estudiantes, personal docente y administrativo del colegio.

A continuación, se exponen las estadísticas de los datos proporcionados por el Hospital Básico de la IV División del Ejército “Amazonas” de los años 2015 y 2016 sobre los

pacientes atendidos por infecciones gastrointestinales, genitourinarias y de la piel (H.B IV - DE "AMAZONAS", 2017).

TABLA 5. Estadísticas de enfermedades infecciosas de pacientes atendidos en el H.B IV D.E “Amazonas”

Año	ENFERMEDAD			TOTAL
	GASTROINTESTINAL	GENITOURINARIAS	DERMATOLÓGICAS	
2015	863	425	320	1608
	54%	26%	20%	100%
2016	655	388	256	1299
	50%	30%	20%	100%

Fuente: Hospital Básico IV D.E “Amazonas”

Elaborado por: Autor

Si bien es cierto, no se puede establecer con exactitud que las anteriores enfermedades sean causadas única y exclusivamente por el consumo y/o el uso del agua que proporciona la planta actual de tratamiento de la Brigada 19 “Napo”, pero como se muestra en la Tabla 5 y en base a los criterios formulados en el informe proporcionado por esta casa de salud, una de las principales causas de infección es la ingesta y empleo del líquido vital por el personal militar, familiares dependientes y estudiantes, personal docente y administrativo del colegio.

1.2.2 Justificación e importancia del proyecto.

La Declaración Universal de los Derechos Humanos en su “Art. 25, textualmente dice:”1. Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica,...” (ONU, 1948)

Conforme se presentan los resultados de la investigación realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, “Medición de los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (O.D.S) del Agua, Saneamiento e Higiene (ASH)” (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, Ecuador en cifras, 2017), a diciembre de 2016 sólo el 82,32% de la población ecuatoriana a nivel nacional tiene acceso a la red pública de agua; además es importante indicar que esta investigación muestra que únicamente el 79,3% de la población consume agua de calidad sin estar contaminada por E. coli.

Para tener una idea más clara de la realidad que vive el personal de esta unidad militar, a continuación, se muestran los resultados obtenidos por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, evaluaciones realizadas

mensualmente en las plantas de tratamiento y a las redes de distribución del Distrito Metropolitano (D.M) de Quito, Cuadro 1 y 2 respectivamente, las cuales fueron tomadas de la página web de esta Institución. (Anexo B)

En éstos se puede observar que los valores de inocuidad obtenidos de los análisis respectivos realizados al líquido vital son mínimos, en tal virtud se determina un óptimo estado de la calidad del agua para el consumo humano y por ende su uso doméstico en la capital de los ecuatorianos; realizando un cuadro comparativo de los resultados obtenidos entre el agua de una planta de tratamiento elegida al azar de la ciudad de Quito, el agua que se encuentra en la red de distribución del D.M. de Quito y el agua que se obtiene de la planta de tratamiento de la unidad militar se observa los siguientes resultados:

Tabla 6. Comparación de los resultados del agua de una planta de tratamiento de la ciudad de Quito, de la red de distribución del D.M. de Quito y el agua de la planta de tratamiento de la unidad militar

ORD	PARÁMETROS	UNIDAD	Límite máximo permitido	AGUA PLANTA TRATAMIENTO BELLAVISTA	AGUA D.M.Q	AGUA PTO FCO. ORELLANA
1	Turbiedad	NTU	5	0,86	1	5
2	Color	UTC	15	1	2	15
3	Fluoruros	mg/ l	1,5	0,00		0,10
4	Nitritos	mg/ l	3	0,00		0,10
5	Nitratos	mg/ l	50	0,20		1,00
6	Cloro libre residual	mg/ l	0,3 -1,5	1,20	1,0	0,30
7	Coliformes fecales	Col/100 ml	<2	< 1,1		< 2
8	Escherichia coli	Col/100 ml	<2			<2

Fuente: Análisis de Laboratorio LABSU Muestra de agua de consumo, llave de la cocina - Análisis de laboratorio de la EMAP-Q Sistema automático de manejo de Información (SAMI), nov-016

Elaborado por: Autor

Como se puede ver en la tabla anterior, la cantidad de impurezas y microorganismos dañinos presentes en los resultados de los análisis realizados al agua que se emplea en el reparto militar, no es apta para el uso ni mucho menos para el consumo humano, ya que los niveles de los bacterias, coliformes, metales, no metales, minerales se encuentran en el límite superior permitido, por lo tanto no es apta para el consumo humano.

En tal razón es primordial y de manera urgente la implementación de una planta de tratamiento de agua que proporcione el líquido en las condiciones óptimas de salubridad, higiene y calidad, en concordancia con lo estipulado en el artículo 1.1 de la

“Observación General N° 15 sobre el derecho al agua”; y, a la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Por lo anteriormente expuesto, esta propuesta está orientada a presentar una posible solución, al recomendar se instaure una planta de tratamiento de agua idónea, que proporcione líquido vital suficiente, saludable, aceptable, físicamente accesible y asequible para su consumo, saneamiento e higiene personal, para la preparación de alimentos y el uso doméstico bajo estrictos niveles de calidad apegados a la norma técnica respectiva, libre de microorganismos dañinos, sustancias químicas y peligros radiológicos que se constituyen en una amenaza para la salud de la población de la Brigada de Selva 19 “Napo”, enmarcada en la realidad geográfica y meteorológica de la zona y de la unidad militar.

1.3 Proyectos relacionados y/o complementarios.

La base de entrenamiento militar SHANGRILA, perteneciente a la Escuela de Selva y Contrainsurgencia del Ejército, está ubicada en la provincia de Orellana, cantón Francisco de Orellana, en el Km 28 vía a la Belleza, la base se encuentra ubicada junto al Río Napo, alberga un promedio de 200 personas, diariamente llegan a ocupar sus instalaciones 900 efectivos en promedio, entre alumnos e instructores, pero a pesar de estar junto a esta fuente de agua natural, no se disponía de líquido vital en condiciones aptas ni para consumo ni para su uso.

Como parte de los convenios de intercambio militar entre EEUU – ECUADOR, en el año 2007 el Grupo Militar de los Estados Unidos de Norteamérica, donó una planta de tratamiento de agua potable cuyo funcionamiento principal es a base del cultivo y empleo de bacterias y el uso de ozono para la obtención del líquido vital, dicha planta tiene una capacidad de 1000 litros diarios.

1.4 Alcance y Objetivos

Objetivo general.

Establecer el diseño para la implementación de una planta de purificación de agua potable para la Brigada de Selva 19 “Napo”.

Objetivos específicos.

- Determinar la influencia del consumo y uso del agua proveniente de la actual planta de tratamiento en la proliferación de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y genitor-urinarias.
- Determinar la planta de purificación más adecuada que se adapte a las condiciones de la fuente de fuente/toma de agua y condiciones meteorológicas de la zona del fuerte Militar Napo.
- Realizar la evaluación económica y social de la implementación de la planta de purificación de agua.

En base a los objetivos mencionados anteriormente, a continuación, se proponen algunos indicadores para evaluar los resultados del proyecto

Tabla 7. Indicadores de resultados

Lógica de intervención	INDICADORES VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
OBJETIVO GENERAL Realizar el diseño de una planta de purificación de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo", mediante el empleo técnicas y equipos efectivos que se adapten a las condiciones de la fuente / toma de agua, meteorológicas y del terreno de la zona, a fin de proporcionar agua en condiciones aptas de consumo humano.	# equipos adaptables a las condiciones de 19 B.S Napo/ # de equipos investigados	Datos de plantas de purificación (Internet)	El # de equipos adaptables no supere el 30%
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1. Determinar la influencia del consumo del agua proveniente de la actual planta de tratamiento de agua de la Brigada de Selva 19 "Napo" en la proliferación de enfermedades gastrointestinales y de la piel en el personal militar y familiares del Fuerte Militar Napo. 2. Establecer la planta de purificación más adecuada que se adapte a las condiciones de la fuente / toma de agua, meteorológicas y del terreno de la zona del fuerte Militar Napo. 3. Realizar la evaluación, económica y social de la implementación de la planta de purificación de agua.	1. Promedio anual de enfermedades gastrointestinales y piel causadas por consumo y/o uso de agua actual en los años 2015 y 2016/ # de enfermedades registradas años 2015 y 2016 2. # de plantas que se adapten a las condiciones de la 19 Napo/ # de plantas investigadas 3. Comparación de balances: funcionamiento planta actual / funcionamiento planta recomendada. Indicador Costo / beneficio	1. Datos proporcionados por el Hosp. Brigada 19 2. Datos de plantas de purificación (Internet) 3. Datos proporcionados por la Brigada 19 / Datos plantas de purificación (internet)	1. # de enfermedades se mantenga estadísticamente en +/- 5% 2. El # de equipos adaptables no supere el 30% 3. Por el costo de la implementación no sea considerado como proyecto factible.

Elaborado por: Autor

CAPÍTULO II
ESTUDIO DE MERCADO

Conforme lo estipula la “Observación General N° 15 sobre el derecho al agua”, del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas (ONU-DAES) de noviembre de 2002. El derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna”, dicha Observación también define el derecho al agua como “el derecho de cada uno a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, físicamente accesible y asequible para su uso personal y doméstico (ONU, 2014).

El agua cruda debe someterse a un sinnúmero de procesos para lograr su purificación con estándares de calidad y salubridad que permitan alcanzar los niveles de aptitud que se requiere para el consumo humano.

2.1 Beneficiarios

Como se mencionó en el capítulo anterior, en el análisis del entorno a nivel micro, existen 1200 uniformados y 3000 familiares dependientes de la Brigada de Selva 19 “Napo”, 700 estudiantes y un cuerpo docente - administrativo de 50 personas de la Unidad Educativa “Capt. Giovanny Calles”, dando un total de 4950 personas, que serían los beneficiarios directos del agua de calidad que proporcionaría la planta de tratamiento de agua potable presentada en este trabajo de investigación.

2.2 Estimación de la oferta de la planta actual.

Para realizar el cálculo de la oferta de agua tratada, resultante de la planta actual de la unidad militar, es importante mencionar que, con el propósito de preservar los equipos para su funcionamiento, esta planta se apaga a las veinte y tres horas con treinta minutos (23H30) y se enciende a las cinco horas y treinta minutos de la mañana, por disposición del Comando de Brigada, por lo que se toman en cuenta para su cálculo 18 horas de funcionamiento.

En tal razón, el cálculo de la oferta se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 8. Cálculo de producción de agua tratada

EQUIPO	PRODUCCIÓN DE AGUA PLANTA ACTUAL					POBLACIÓN ATENDIDA	CONSUMO DIARIO ESTIMADO (LITROS)
	l / s	l / min	l / hora	l / día	l / año		
BOMBA 5 l/s	5	300	18000	324.000,00	118.260.000,00	4950	196,36
BOMBA 10 l/s	10	600	36000	648.000,00	236.520.000,00		
TOTAL	15	900	54000	972.000,00	354.780.000,00		

Fuente: Sección de Construcciones de la Brigada 19 “Napo”

Elaborado por: Autor

Es importante señalar que la producción actual de agua potable de ciento noventa y seis con 36/100 (196,36) litros por persona al día, supera en un 96,36% a la recomendación de 100 litros emitida en el documento “Guías para la Calidad del Agua Potable” (OMS, 2011), satisfaciendo la necesidad en cantidad del líquido vital, más no en calidad, como se ha visto en el capítulo anterior.

Adicionalmente se estima que éste superávit de producción se estaría desperdiciando, ya que los tanques elevados, donde se almacena el agua para la distribución al campamento, no presentan derrames o desbordes de agua, lo que nos indica que hay que tomar las medidas respectivas en cuanto al ahorro de este líquido vital y su buen uso.

2.3 Estimación de la demanda actual.

Para el cálculo de la demanda actual se ha considerado los valores obtenidos en el apartado anterior, estableciendo la demanda de líquido vital 354.780,00 litros por año, demanda que deberá satisfacer la planta que cumpla efectivamente con los requisitos de calidad y cantidad, es decir, purificación y producción.

2.3.1 Proyección de la demanda.

Entendiéndose a la proyección de la demanda, como la estimación de lo que sucederá a futuro con la población potencial a consumir el servicio del agua potable, en este caso particular no se realizará su cálculo, pues no existe una tasa de crecimiento anual de la población del área de influencia, puesto que la población del campamento militar se estima no aumente o disminuya, ya que se asigna al personal militar (rotación o pases) para cubrir vacantes ya determinadas en el orgánico de la Fuerza Terrestre, ni tampoco se prevé el aumento de familiares por cuanto ya está establecido la cantidad de viviendas destinadas para la vivienda fiscal, en el caso del personal de estudiantes y docentes no se estima el incremento de infraestructura educativa o aumento del número de estudiantes en los próximos años, según información proporcionada, mediante entrevista mantenida con la Directora del Distrito Educativo “Loreto - Orellana” (Ing. Ma. Mercedes Naranjo (02 septiembre 2007). Comunicación personal).

Por lo que el consumo del agua sería el mismo todos los años, o por lo menos no existiría una variación considerable en la cantidad de la población.

2.4 Fuentes primarias

La forma de recopilación de la información necesaria para establecer la necesidad de la implementación de la planta purificadora, se realizó a través de la aplicación de un cuestionario colectivo, por el método de encuesta, mediante la cual se preguntaba a las personas sobre elementos como:

- Datos personales
- Género y edad
- Nivel de instrucción
- Usos del agua e idoneidad del agua que proporciona actualmente la unidad militar
- Consumo y gasto de agua embotellada en bidones
- Uso del agua embotellada en bidones
- Enfermedades padecidas

La mencionada encuesta, la cual se adjunta como Anexo D, fue aplicada al personal militar y dependientes de la Brigada de Selva 19 “Napo”, estudiantes y docentes de la U.E “Capt. Giovanny Calles”.

2.4.1 Diseño y recopilación de datos.

Cabe señalar que para conocer el nivel de aceptación que tendría la presente propuesta, se realizó una prueba piloto únicamente con el personal militar, por considerarse a los mismos como cabeza de hogar (familiares dependientes y alumnos de U.E Capt “Calles”), a fin de dar a conocer el propósito de la investigación y la ejecución de la futura encuesta, reunión llevada a cabo en el Casino del personal de voluntarios del Fuerte Militar “Napo” con un total de 163 militares, entre oficiales y voluntarios de las diferentes unidades del Fuerte, con una aceptación a la propuesta de 159 consultados debido a la necesidad apremiante de tener al alcance agua de óptima calidad.

En tal virtud y con este antecedente, se consideró un nivel de aceptación del 95%, para la presentación de esta propuesta al mando de la Fuerza Terrestre, a fin de alcanzar de ésta, la asignación del presupuesto correspondiente para la implementación de la planta de tratamiento.

La fórmula que se aplicó para obtener el dato de la muestra a la cual se aplicaría la encuesta fue la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{E^2(N - 1) + Z^2 pq}$$

Donde:

Numero de encuestas = **n**

Población

N = 4950

Nivel de Confianza

Z = 95 % → (k= 1,96)

Proporción de aceptación deseada para el proyecto

p = 95 %

Proporción de rechazo para el proyecto

q = 0.05

Porcentaje de error deseado

E = 0.05

Obteniendo como resultado el total de **n = 72 encuestas**

2.4.1.1 Método de muestreo.

Con el propósito de aplicar la encuesta a la muestra anteriormente determinada, se aplicó la técnica de muestreo probabilístico estratificado, ya que se tomó en cuenta los porcentajes representativos de los grupos que conforman el mercado objetivo de la presente propuesta, a fin de alcanzar las respuestas en proporción a la representatividad de los mismos en la población, de acuerdo al siguiente cuadro detalle:

Tabla 9. Cálculo de individuos a encuestarse

POBLACIÓN			MUESTRA n = 72
GRUPOS	CANTIDAD	PORCENTAJE REPRESENTACIÓN	INDIVIDUOS A ENCUESTARSE
UNIFORMADOS	1200	24,24%	17
FAMILIARES DEPENDIENTES	3000	60,61%	44
ESTUDIANTES U.E CAPT CALLES	700	14,14%	10
DOCENTES U.E CAPT CALLES	50	1,01%	1
TOTAL	4950	100,00%	72

Elaborado por: Autor

Es importante señalar que la encuesta se aplicó de forma individual en las preguntas: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 12 y las preguntas 7, 8, 9, 10, 11, 13 se las dedicó a los individuos cabeza de hogar, a fin de obtener información fehaciente y de primera mano

2.5 Interpretación y análisis de resultados.

Conforme a los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a 72 personas de 18 familias, las cuales se incluyen y se entrelazan 18 militares en servicio activo, 54 dependientes, 46 estudiantes y 4 docentes de la Unidad Educativa “Capt. Giovanni Calles”.

Con la pregunta uno se registró los nombres de los encuestados.

En la pregunta dos se indagó el *género* del encuestado obteniendo los siguientes resultados:

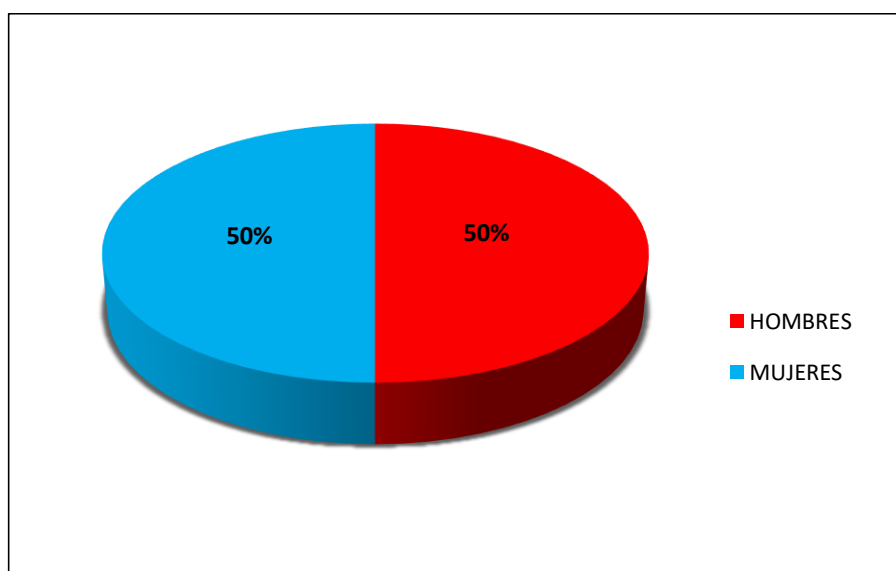


Figura 2. Género del encuestado

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

Los datos que se exponen reflejan una equidad al momento de obtener la información, lo que se considera una ventaja para la investigación pues nos permitirá obtener un resultado comparable con el nivel de afectación del agua en la salud en ambos casos.

En la pregunta 3, se consultó la edad del encuestado, alcanzando los siguientes resultados:

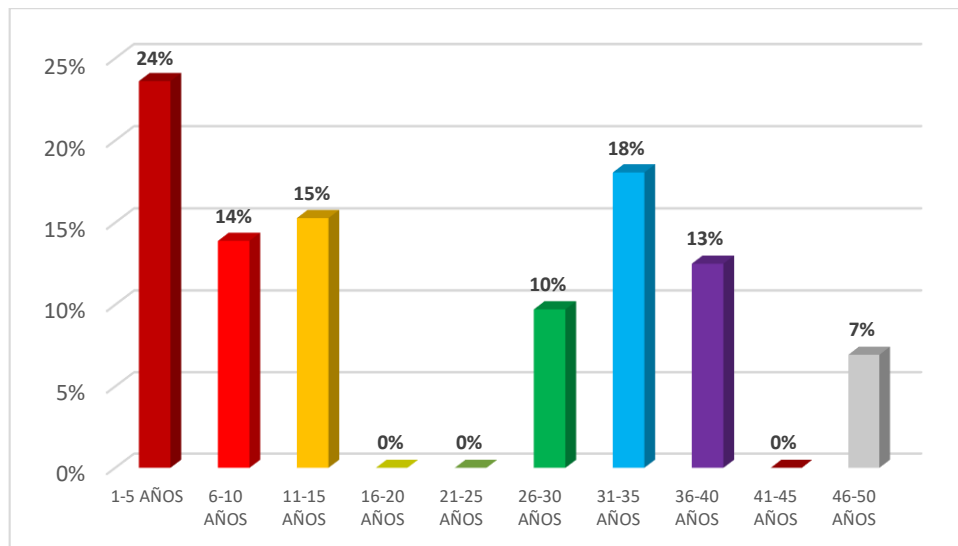


Figura 3. Edad del encuestado

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

En los resultados presentados anteriormente, se detallan las edades de los miembros de las familias que conforman los hogares de la Brigada 19 "Napo", de esta población el 24% tiene entre 1 a 5 años, el 18% se encuentran entre los 31 y 35 años. El 14% corresponde a menores entre 6 a 10 años y entre los 11 a 15 años representan el 15% de la población. El 13% corresponde al grupo poblacional entre los 36 a 40 años, al 10% le corresponde el grupo entre los 26 a 30 años, el grupo entre los 46 a 50 años representan el 7%, no existe población entre los grupos de 16 a 20 años, 21 a 25 años, 41 a 45 años, lo que en los tres casos representan el 0% del total.

La pregunta 4 corresponde al nivel de instrucción del personal encuestado obteniendo los siguientes resultados:

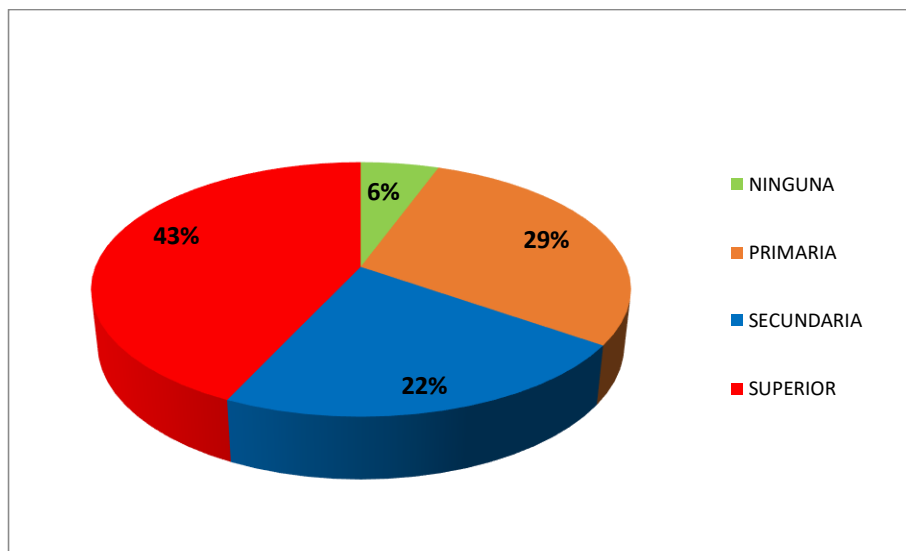


Figura 4. Nivel de instrucción

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

Según los resultados obtenidos, el 6% de la población no tiene ninguna instrucción académica, que corresponden a niños menores de 3 años; el 29% tiene instrucción primaria; el 22% tiene instrucción secundaria; y el 43% alcanza la instrucción superior, siendo éste el nivel de instrucción académica de la mayoría de la población encuestada.

En la pregunta 5 se consultó los usos en el hogar del agua potable que proporciona la Brigada de Selva 19 “Napo”, obteniendo los siguientes resultados:

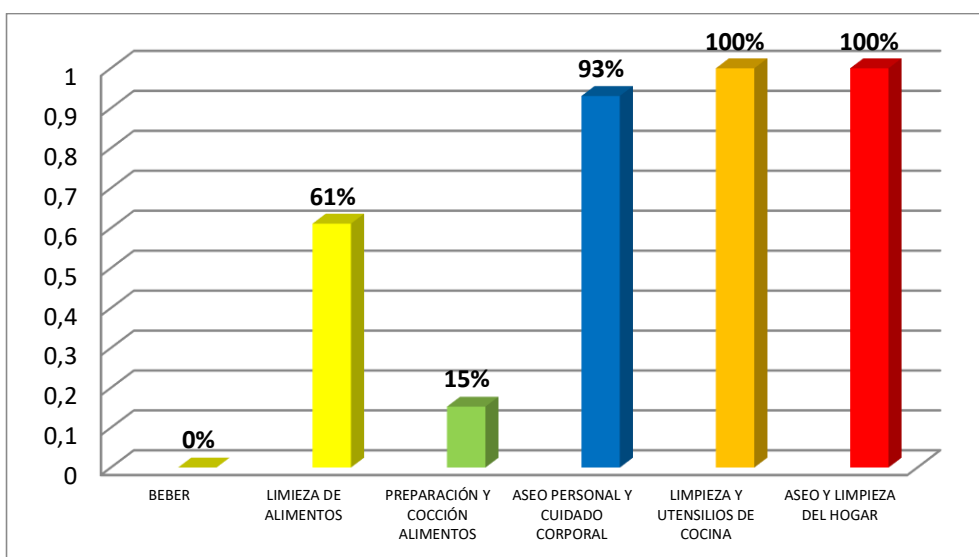


Figura 5. Usos del agua potable

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

Los resultados obtenidos muestran que el agua de la Brigada, en su totalidad es usada para limpieza de los utensilios de cocina y del hogar, con un 93% la población la utiliza para el aseo y cuidado corporal, en un menor porcentaje del 61% la utilizan para la limpieza de los alimentos. Cabe señalar que debido a las condiciones físicas que presenta el agua, no se emplea para beber, pero en un pequeño porcentaje del 15%, la utilizan para la preparación y cocción de los alimentos.

Para conocer la opinión de la población sobre su criterio de limpieza y seguridad del agua potable que se consume actualmente en la unidad militar, en consideración al aspecto físico que presenta el líquido vital que proporciona la unidad militar se realizó la pregunta 6, de la cual, el total de la población opina que el agua potable que actualmente se usa, no es limpia y segura, siendo ésta otra de las razones por las cuales se fundamenta la realización del presente proyecto.

Con el propósito de conocer si la población consume agua embotellada en bidones, como forma alternativa al agua potable que actualmente existe; considerando la cantidad y envase más adecuados para el hogar, se solicitó nos respondieran en la pregunta 7 si consumen agua embotellada en estos envases.

Obteniendo como resultado que la totalidad de la población consume agua embotellada, ya que las condiciones actuales que presenta el líquido vital han obligado al colectivo de la Brigada de Selva 19 “Napo” a optar por esta opción de abastecimiento, lo que se convierte en una de las razones más importantes para establecer la planta de purificación que permita distribuir agua potable conforme las recomendaciones de la O.M.S. (OMS, 2011)

Como complemento a la pregunta anterior, se aplicaron las preguntas 8 y 9, con las cuales se consultó por familia encuestada, la cantidad de bidones que utilizaban a la semana y el valor que cancelaban, obteniendo las siguientes deducciones:

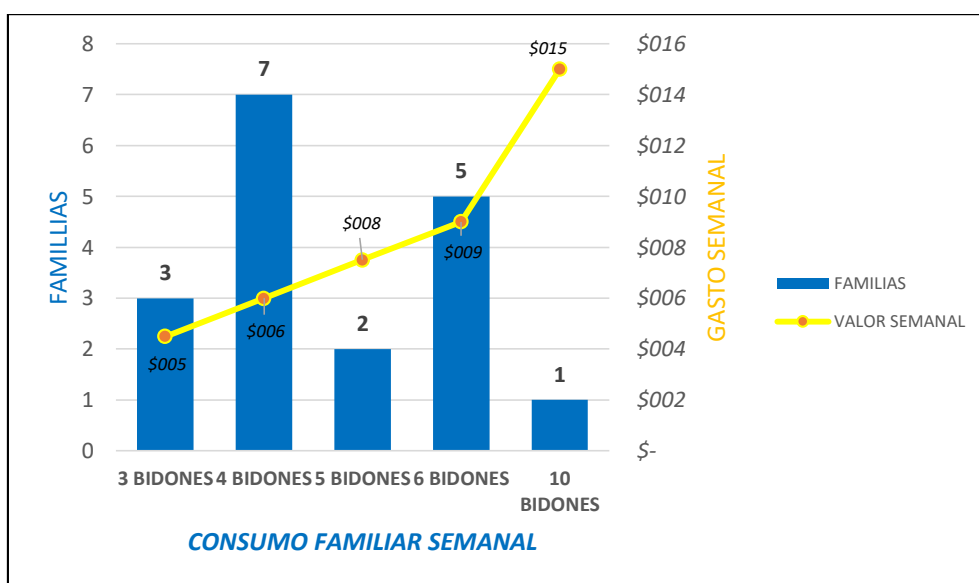


Figura 6. Comparación de consumo de bidones y gasto

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

De los resultados obtenidos al encuestar a las familias residentes en la vivienda fiscal de la Brigada 19 “Napo”, se concluye que utilizan un promedio semanal de 5,6 bidones por un valor de \$ 8,40 usd, lo que genera un gasto mensual promedio de \$ 33,60 usd, egreso que pudiera disminuir si se implementa la planta potabilizadora.

La pregunta 10 se aplicó a la muestra seleccionada, con el propósito de conocer el uso del agua envasada en los bidones, resultados de la cual se muestran a continuación:

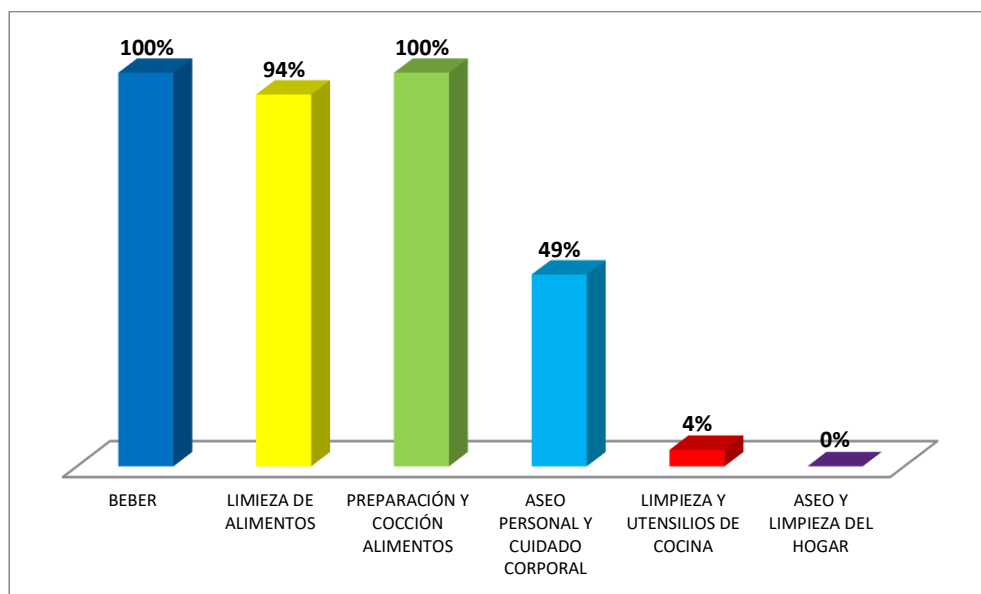


Figura 7. Usos del agua embotellada

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

A diferencia del agua potable que proporciona la unidad militar, el agua embotellada es utilizada por todos los encuestados para beber, en la limpieza y preparación de los alimentos; cabe destacar que un 49% de los encuestados usa esta agua para el aseo personal y cuidado corporal.

En base a las preguntas anteriores, en la pregunta 11 se consultó de forma individual al personal militar, docentes y a los jefes de familia, que indicaran si dentro del último año, los miembros de la familia han sufrido enfermedades que se presumen sean causadas por el uso del agua que provee la Brigada.

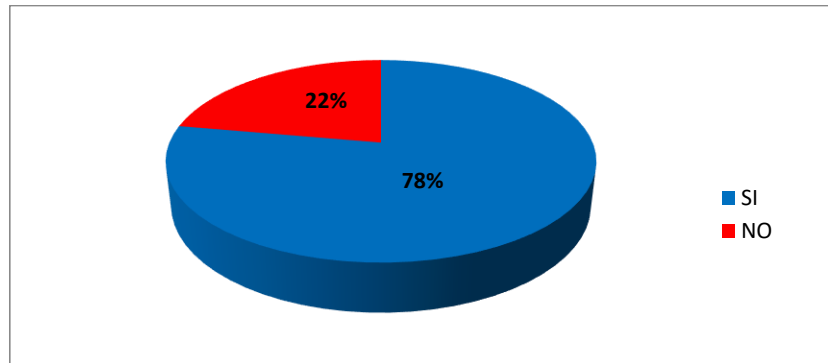


Figura 8. Afectación a la salud en el último año

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

De los resultados obtenidos el 78% corresponden a quienes manifiestan haber padecido alguna(s) enfermedad(es) de tipo gastrointestinal, dermatológica y/o genitourinaria en el último año, resultados muy importantes, pues como se vio en las preguntas anteriores estarían relacionados a que la población utiliza el agua que proporciona la unidad militar en diferentes actividades de su diario vivir.

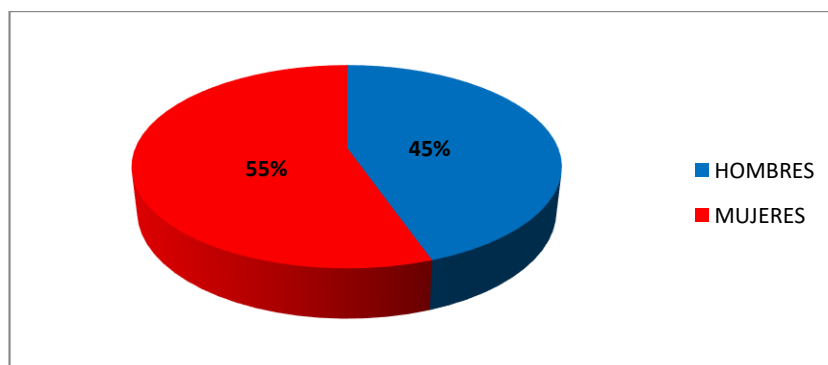


Figura 9. Detalle del personal afectado por enfermedades

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

Adicionalmente, cabe señalar que del total de afectados, el 55% corresponde a mujeres y el 45% a hombres, cuyas enfermedades se detallarán en la siguiente gráfica.

La pregunta 12 estuvo dirigida a detallar las enfermedades padecidas por la población de la unidad militar, que respondieron afirmativamente en la anterior pregunta, de la cual se presentan los siguientes resultados:

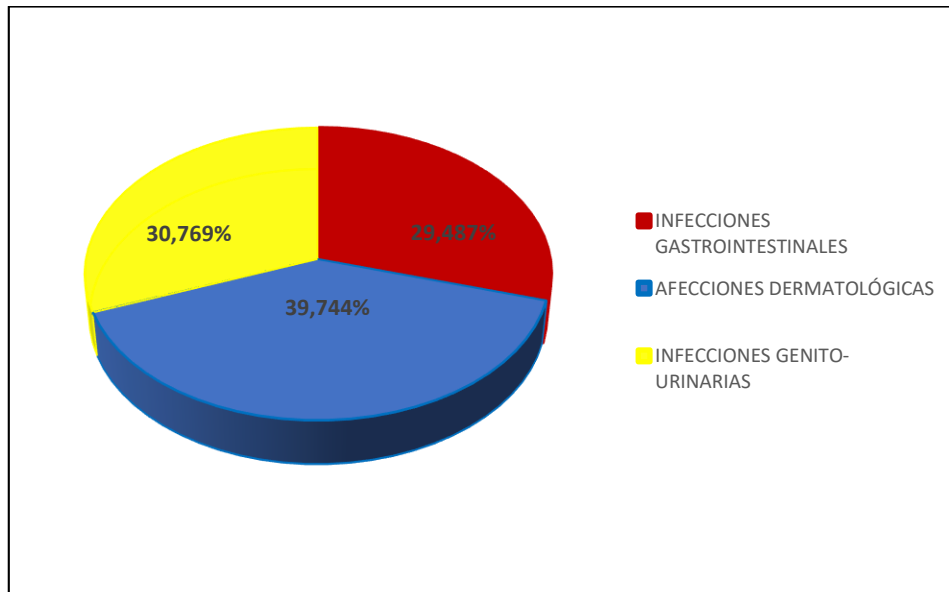


Figura 10. Detalle del personal afectado por enfermedades

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

Del 78% de la población que ha sufrido enfermedades, el 30,77% ha sido afectado por infecciones genito – urinarias, un 29,49% manifiesta haber padecido algún tipo de infección gastrointestinal y un 39,74% ha sufrido algún tipo de afección dermatológica.

Como complemento a la pregunta 12, a continuación se presenta la gráfica con el detalle porcentual de las afecciones padecidas por la población, las mismas que son detalladas por género.

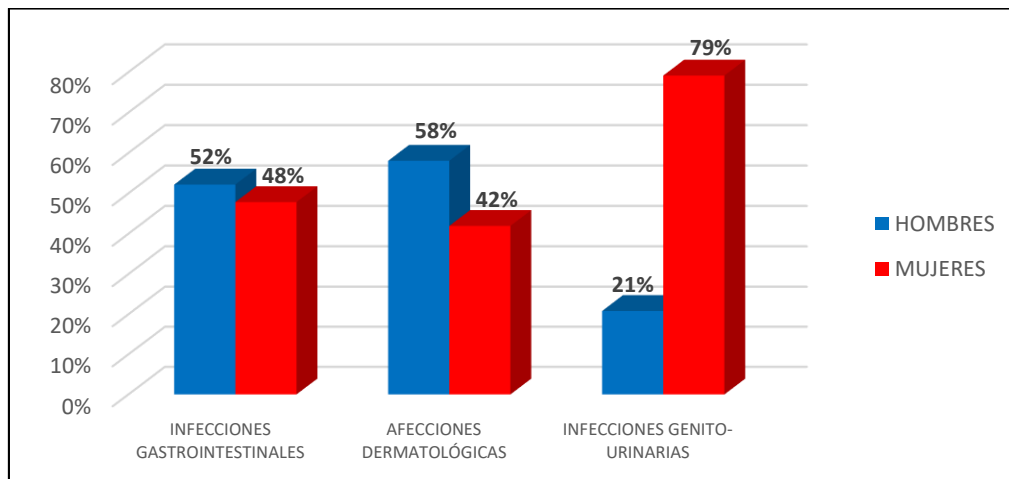


Figura 11. Resultados Enfermedades padecidas por género

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

De los datos que proporciona la gráfica, se puede discernir que la enfermedad que más ha afectado a la población que respondió afirmativamente sobre su padecimiento de molestias de salud en el último año, son las afecciones dermatológicas, concomitantemente, ya que el 93 % del total manifiestan utilizar el agua para el aseo personal y cuidado corporal.

Es importante resaltar que las infecciones genito-urinarias han afectado al 39,74 % de la población, siendo el grupo de las mujeres el más afectado con un 79 % del total de los afectados las cuales corresponden a un 24,4% del total de la población.

Para conocer de los habitantes, acerca de si consideran que el agua potable que proporciona la unidad militar, puede ser la causante de las enfermedades, se aplicó la pregunta 13, cuyos datos son los siguientes:

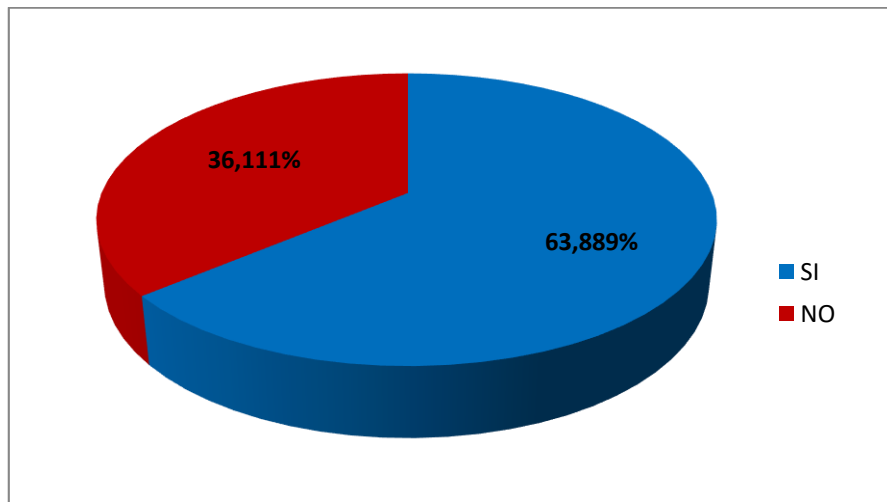


Figura 12. Consideración del agua potable como causa de las enfermedades

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

Del total de la población, el 63,9% considera que el agua que proporciona la Brigada de Selva 19 "Napo", podría ser la causante de las enfermedades citadas en la encuesta; y el 36,1 % considera que dichas enfermedades podrían ser causadas por otros agentes.

CAPÍTULO III
ESTUDIO TÉCNICO

3.1 Mercado objetivo

El mercado objetivo para el presente proyecto está constituido por un aproximado de 1200 uniformados y 3000 familiares dependientes de la Brigada de Selva 19 “Napo”, 700 estudiantes y un cuerpo docente - administrativo de 50 personas de la Unidad Educativa “Capt. Giovanny Calles”, dando un total aproximado de 4950 personas

3.2 Tamaño del proyecto

Considerando la cantidad diaria establecida por la Organización Mundial de la Salud para el consumo y uso del agua de 100 litros por persona, la presente propuesta busca atender una demanda de 907200 litros de agua purificada por día, tomando en cuenta que esta cantidad de líquido es la que actualmente entrega la planta purificadora que dispone la unidad militar.

3.3 Localización del proyecto

La ubicación de la planta presentada en esta propuesta se localizará en un área aproximada de 1500 m², en el interior de las instalaciones de la Brigada de Selva 19 “Napo”, Km 2 ½ en la vía a los Zorros, parroquia Fco. de Orellana, cantón del mismo nombre.

3.4 Ingeniería del proyecto

3.4.1 Descripción técnica del producto o servicio.

La planta de tratamiento que se propone, cumplirá los siguientes procesos para la purificación de tan importante líquido vital, conforme se muestra en la Figura 12.

Inicialmente se realiza la captación del agua del río Napo mediante dos bombas impulsadoras de 20 HP, proporcionadas por la unidad militar, una de 10 litros/seg y una secundaria de 5 litros/seg, las cuales absorben el agua del río Napo e impulsan el agua a una cisterna de agua cruda, aquí se le agrega un coagulante de alto desempeño, Hidroxicloruro de aluminio, mejor conocido como Policloruro de Aluminio (PAC), con el propósito de formar sedimentos de gran tamaño con los residuos de metales y minerales.

El agua de la cisterna de agua cruda es trasladada al Separador centrífugo por dos bombas centrífugas (200 GPM; 70 PSI), este separador emplea la fuerza de la centrifugación para retirar inicialmente los sólidos más densos productos de la adición del PAC.

A continuación se agrega al líquido centrifugado, Hipoclorito de Sodio (a través de un sistema dosificador de 100 GPD) con el propósito de oxidar, precipitar y remover los sólidos orgánicos, y un polímero floculante – coagulante de acción rápida RAPISED (a través de un sistema dosificado también de 100 GPD) con el fin de agrupar las partículas de sedimentos y mantenerlas unidas para que los coágulos se mantengan lo suficientemente firmes para que sean filtrables en las siguientes etapas de la purificación en los filtros de clarificación y de sedimentos, y así eliminar el color del agua causada por la turbidez; ambos químicos se mezclan de forma adecuada con el agua cruda mejorando su efecto por medio de un Mezclador estático, para luego conducirla hacia la siguiente etapa del proceso de purificación que es el filtrado.

Haciendo efecto los químicos el agua es trasladada hacia los primeros de tres filtros, los Filtros Clarificadores que permite eliminar partículas o sedimentos con un tamaño mayor a 10μ , ya que contienen materiales pétreos (Antracita, Arena y Granate) de diferentes tamaños y gravedades los cuales permiten optimizar el proceso de filtrado.

Culminado este primer procedimiento el agua pasa por los Filtros de lecho múltiple para remoción de sedimentos o mejor conocidos como “Filtros de sedimentos” (con un diámetro de 48“x 94”) este tipo de filtros permite eliminar partículas o sedimentos con un tamaño menor a 10μ , ya que su funcionamiento se basa en el empleo de diferentes lechos o arenas filtrantes de diferente tamaño y forma que permiten eliminar turbidez imperceptible a la percepción humana.

Posteriormente el agua es canalizada a los Filtros de Carbón Activado por medio del cual se obtiene agua con mejor color, olor y sabor, ya que al pasar por este equipo se eliminan residuos de químicos, fungicidas, pesticidas y derivados de petróleo, así como fibras de origen animal y vegetal, hongos y levaduras.

Culminado el proceso de filtrado se inyecta químico desinfectante, Hipoclorito de Sodio o Hipoclorito de Calcio por medio de una bomba dosificadora, antes de ingresar a la cisterna de agua tratada, con el fin de eliminar bacterias, virus y microorganismos patógenos para el ser humano, y finalmente mediante el empleo de bombas de impulsión, dirigirla a los tanques elevados para su posterior distribución a la población del Fuerte Militar Napo.

Adicionalmente es trascendental señalar que este sistema permite: eliminar los diferentes desechos sólidos y líquidos durante el proceso de purificación directamente al desagüe, sin que éstos sean considerados dañinos para el medio ambiente, y además, emplear el agua tratada para realizar los retrolavados a los diferentes filtros, con el propósito de eliminar los residuos en los mismos, todo esto de forma automática, ya que cuenta con una bomba para retrolavados.

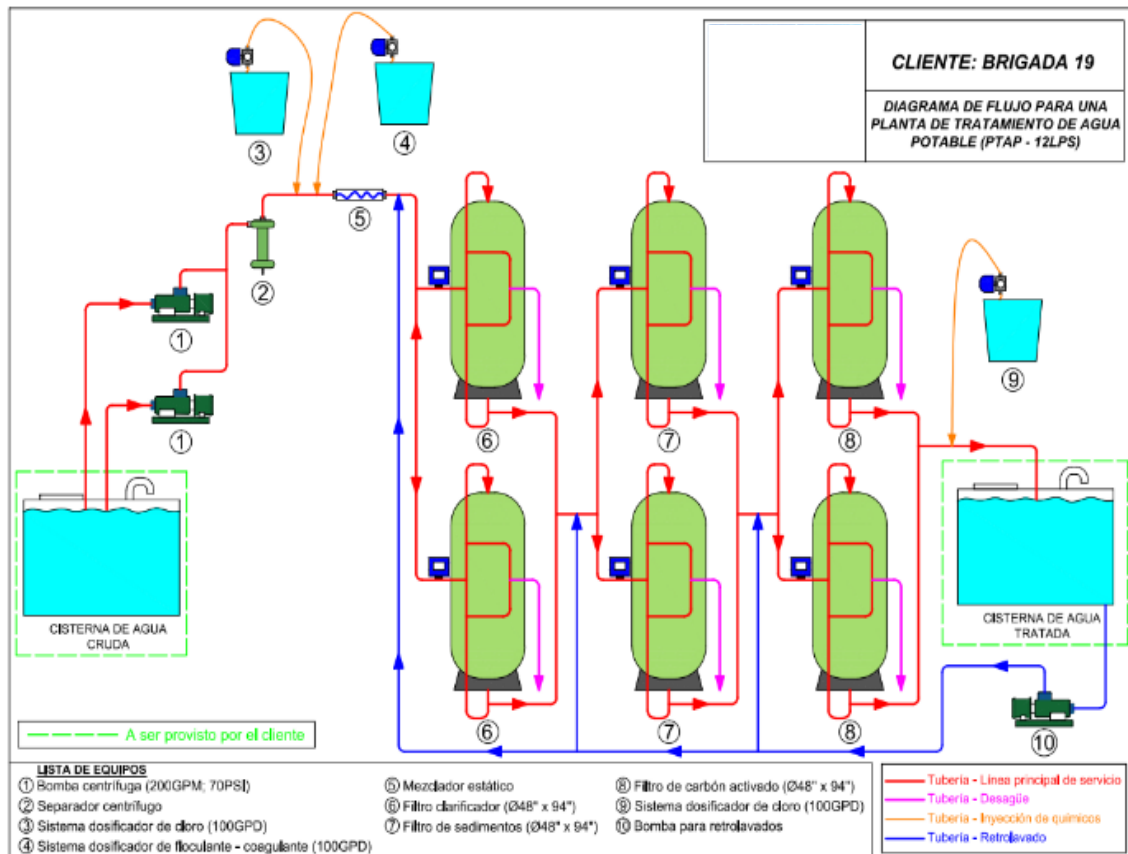


Figura 13. Diagrama de flujo para la Planta de Tratamiento

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Culligan Water Projects S.A – Ecuador

3.4.2 Identificación y selección del proceso productivo.

Considerando que el proceso productivo es el conjunto de las operaciones que se requieren y son necesarias para finalizar la obtención de un servicio con la ayuda de tecnología, para la presente propuesta se ha seleccionado un proceso de tipo Continuo.

3.4.3 Requerimientos de equipos, herramientas e instalaciones.

- ✓ Equipos: Para esta propuesta se requiere los siguientes dispositivos para la purificación del agua.

a. Bomba Booster de presión (20 HP)



La bomba Booster de presión es el equipo utilizado para satisfacer la demanda de presión y caudal necesaria para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento, son dos bombas instaladas en paralelo, controladas en funcionamiento alternado automático con el fin de mantener en todo momento una bomba en reserva.

Características generales

- Alto caudal /mediana presión
- Cuerpo de acero inoxidable
- Posee una succión de 4" y una descarga de 3"
- Posee motor cerrado TCCVE, ventilación externa a prueba de goteos
- Impulsor cerrado, balanceado dinámicamente

Tabla 10. Datos técnicos Bomba Booster de presión (20 HP)

Fabricante	Barnes o similar
Potencia	20 HP
Caudal	20 gpm
Presión	40psi
Voltaje	220 / 440 V
Fases	3
Cantidad	2 funcionamiento en paralelo

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

b. Bomba dosificadora de químicos



Para eliminar el color del agua causado por la turbidez, inyectamos producto químico de acción floculante rápida utilizando una bomba dosificadora.

El producto químico que se utilizará es un polímero, que es una solución catiónica preparada a base de polielectrolitos, los mismos que permiten agrupar partículas de sedimentos y mantener un fuerte vínculo entre ellos, haciendo que los coágulos formados permanezcan firmes y sean filtrables el momento de pasar por las múltiples capas del filtro clarificador y de sedimentos.

Características generales:

- Fabricación europea
- Bomba de tipo diafragma
- Posee regulación electrónica y rata de flujo ajustable (ajuste de la frecuencia de dosificación)
- Posee circuito electrónico para energizar la bomba
- Control análogo (Por perillas)

Tabla 11. Datos técnicos Bomba dosificadora de químicos

Marca	Emec
Serie	V EMEC
Modelo	VCO
Procedencia	Italia
Control	Manual
Caudal máximo	17 l/h
Caja y cabezal	PVDF
Diafragma	PTFE (Teflón)
Presión máxima	10 bar (145 psi)
Válvula	3/8"
Consumo eléctrico	12 W
Nota: Incluye 3 Tanques de almacenamiento de solución química de 130 litros	

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

c. Filtro Clarificador



Llamado también clarificador de adsorción, combina los pasos de floculación y clarificación en un solo tanque.

Su diseño presurizado mejora el contacto de químicos y contaminantes con el medio y el agua, y trabaja rápidamente, removiendo la turbidez, mientras que por medio de otras tecnologías puede demorar horas.

Este equipo se coloca para una Filtración rápida que ayuda a la remoción de las partículas (impurezas) formadas por la inyección de químicos floculante coagulante rápido. Su operación es controlada por un dispositivo digital programable GBE, en el cual se pueden configurar la duración de los ciclos de operación, días entre regeneraciones, etc. Se realiza los pasos de regeneración y servicio mediante una válvula monobloc, multivía.

Este equipo removerá todas las partículas o sedimentos con un tamaño mayor a 10 μ , lo que brindará absoluta claridad al agua.

Tres materiales con diferentes tamaños y gravedades específicas optimizan el rendimiento de los procesos de filtración, reduciendo la formación de bolas de lodo, el taponamiento y los retrolavados frecuentes. Antracita Arena y Granate

Características generales:

- Filtro para caudales superiores a los 107 galones por minuto
- Filtro con capacidad de secuencia de retrolavado
- Puede ser utilizado en sistemas simples o sistemas complejos de integración

- Elimina sedimentos de Hierro, Manganeso, Arsénico y otros metales pesados
- Permite eliminar sólidos suspendidos, desde partículas gruesas a los coloides

Tabla 12. Datos técnicos Filtro Clarificador

Marca	CABEZAL AUTOMÁTICO DIGITAL PROGRAMABLE CULLIGAN GBE
Modelo	48"
Capacidad	126 -189 gpm c/u
Voltaje	24 VAC
Instalación	2 en Paralelo
Regeneración	Automática por tiempo

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

d. Sistema de filtración de sedimentos



Este equipo removerá todas las partículas o sedimentos con un tamaño menor a 10 μ , lo que brindará absoluta claridad al agua. La presencia de sedimentos o turbidez que son imperceptibles al ojo humano pueden causar taponamiento prematuro en los equipos.

El proceso de filtración Culligan utiliza diferentes lechos o arenas filtrantes debido a la diferencia en tamaño, forma y composición química de las partículas presentes en el agua, esto permite tener una mayor capacidad de filtración, mayores caudales y equipos menos voluminosos.

Adicionalmente este equipo es un sistema expandible, en caso de una creciente necesidad, cuenta con un controlador digital electrónico que se puede usar como un temporizador que integra muchas funciones. A la vez, permite su regeneración en días específicos de la semana o cada cierto número de días, y guarda estadísticas de funcionamiento.

Es opcional la instalación de flujómetro o medidor de diferencial de presión.

Tabla 13. Datos técnicos Sistema de filtración de sedimentos

Flujo continuo, gpm	126,0 @ 5,0 psi de pérdida
Flujo máximo, gpm	189,0 @ 10,0 psi de pérdida
Cantidad de medio filtrante, lb.	4280
Dimensiones del tanque, pulgadas	48x72
Área del tanque, pie²	12,57
Espacio libre en el tanque, pulgadas	18
Marca	CABEZAL AUTOMÁTICO DIGITAL PROGRAMABLE CULLIGAN GBE
Modelo	48"
Capacidad	126 -189 gpm c/u
Voltaje	24 VAC
Instalación	2 en Paralelo
Regeneración	Automática por tiempo
Presión de operación, psi	30-100
Temperatura de operación, °F	34-120
Voltaje	24 V AC, 50/60 Hz, 1 fase
Amperios a plena carga	0.11
Conexión de tubería, en NPT	
Entrada	3
Salida	3
Datos de la regeneración	
Flujo de retrolavado requerido, gpm	188
Agua requerida para retrolavado, gal	3760
Tiempo total de regeneración, min	22
Nota: Cada equipo de 48" proveerá los anteriores datos	

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

e. Sistema de filtración por Carbón activado



Este equipo removerá la materia orgánica, mal olor, color y sabor en el agua por presencia de compuestos como restos de fungicidas, pesticidas, derivados del petróleo, hongos, levaduras, fibras animales y vegetales. Esto evitará la formación de colonias de compuestos químicos en el equipo y prolongará su vida útil. El proceso de remoción de compuestos orgánicos por carbón activado Culligan absorbe un 99% de dichos compuestos (VOC = compuestos volátiles orgánicos tales como benceno, Tricloroetano, tetracloruro de carbono; SOC = químicos sintéticos orgánicos como Alaclor, EDB, tolueno, cumpliendo con regulaciones establecidas por la EPA (Environment Protection Agency o Agencia de protección del Medio Ambiente)

Este equipo es un sistema expandible en caso de una creciente necesidad, cuenta con un controlador digital electrónico que se puede usar como un timer o integrador de muchas funciones (medición caudal, diferenciales de presión, activación de motores, etc.). A la vez, permite su regeneración en días específicos de la semana o cada cierto número de días, y guarda estadísticas de funcionamiento.

Los tanques son resistentes a la corrosión, debido a su fabricación de fibra de vidrio con refuerzo de poliéster. El diseño de las partes internas permite maximizar la capacidad del equipo y reducir las pérdidas de presión.

Tabla 14. Datos técnicos Sistema de filtración de sedimentos

Flujo de remoción orgánica, gpm	63,0 @ 4,0 psi de pérdida
Flujo de declorinación, gpm	126,0 @ 15,0 psi de pérdida
Volumen total de medio filtrante	
(Cullar D+), pie ³	32
Dimensiones del tanque, pulgadas	48x72
Área del tanque, pie ²	12,57
Espacio libre en el tanque, pulgadas	18
Marca	CABEZAL AUTOMÁTICO DIGITAL PROGRAMABLE CULLIGAN GBE
Modelo	48"
Capacidad	63 – 126 gpm c/u
Voltaje	24 VAC
Instalación	2 en Paralelo
Regeneración	Automática por tiempo
Datos de la regeneración	
Flujo de retrolavado requerido, gpm	136
Agua requerida para retrolavado, gal	2720
Tiempo total de regeneración, min	20
Requerimientos del Sistema	
Presión de operación, psi	30-100
Temperatura de operación, °F	34-120
Voltaje	24 V AC, 50/60 Hz, 1 fase
Amperios a plena carga	0.11
Conexión de tubería, en NPT	
Entrada	3
Salida	3
Drenaje	3
Nota: Cada equipo de 48" proveerá los anteriores datos	

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

- ✓ Instalaciones: Para esta propuesta se requiere el espacio físico mínimo para la implementación del equipo para la purificación del agua, que se encuentran detalladas en el plano presentado a continuación, proporcionado por la empresa que ofrece los equipos más adecuados para este proceso.

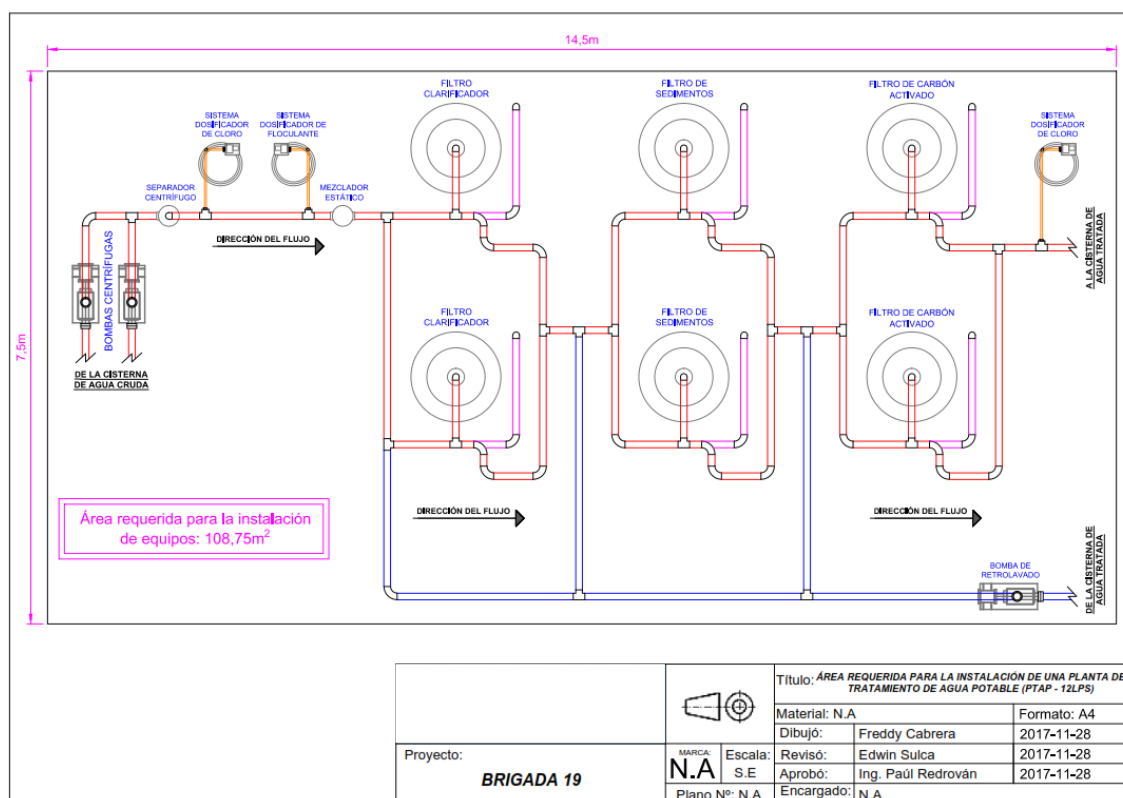


Figura 14. Diagrama de flujo para la Planta de Tratamiento

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Cabe señalar que la unidad militar dispone de las instalaciones e infraestructura de la planta de tratamiento actual en buenas condiciones por lo que no se requerirá de la construcción de las mismas, adicionalmente se dispone de las estructuras destinadas para las cisternas de recepción tanto de agua cruda como de agua tratada, así tampoco es necesario su construcción.

CAPÍTULO IV
EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

4.1 Evaluación Económica

La evaluación económica del presente proyecto no se orienta a determinar la rentabilidad del mismo, por cuanto claramente busca proporcionar una opción para solucionar el inconveniente del agua potable insalubre que consume la población de la Brigada de Selva 19 “Napo” y la U.E. “Capt. Giovanny Calles”, utilizando como referencia base, el Manual: Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales de la División de Desarrollo Social de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de la ONU.

Razón por la cual se iniciará con la aplicación del Costo-Beneficio ya “que permite seleccionar la alternativa que maximiza el impacto al menor costo posible” (Cohen E., Martínez R., 2005).

Siendo para este análisis las dos alternativas a considerarse: la implementación de la presente propuesta y la segunda con realidad actual de la planta de tratamiento.

4.1.1 Análisis de eficiencia de la propuesta (cálculo de los costos).

En este apartado se realizará el detalle de los costos que hacen referencia a los valores económicos de cada uno de los bienes y servicios que se utilizarán en la vida de este proyecto.

El presupuesto como tal inquiera determinar los ingresos y gastos a realizarse en un año, a fin de establecer de forma precisa los valores necesarios para la implementación de la planta de tratamiento detallada en el capítulo anterior, tomando como referencia la propuesta de la Planta que cumple con los requisitos de operación y condiciones meteorológicas.

4.1.1.1 Costo de capital.

Si bien es cierto que los costos de capital son aquellos que deberán efectuarse para la adquisición de los bienes cuya permanencia sea superior a un año, en este punto es importante manifestar que la inversión inicial se fundamenta en el presupuesto que asigne la Fuerza Terrestre, una vez aprobado el proyecto, por lo que se considera como inversión inicial, al valor proporcionado conforme la propuesta seleccionada en el capítulo anterior, la cual se detallará en los siguientes apartados.

- Terreno e Infraestructura, como se mencionaba en los capítulos anteriores la Brigada de Selva “Napo” cuenta con un área aproximada de 1500 m², por lo que no se requiere de adquisición de Terreno o de implementación y/o construcción

de infraestructura, con lo cual el presupuesto necesario disminuye de sobremanera.

- Maquinaria y Equipo, se refiere a todos aquellos equipos necesarios para la purificación del agua obtenida del río Napo, la cual se muestra en el siguiente cuadro detalle:

Tabla 15. Desglose de costos de maquinaria y equipo

PARA PLANTA CULLIGAN DE 5 LPS INCLUYE:					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Válvula de purga automático programable para separador centrífugo LAKOS ILB, Conexión: 3/4" Protección NEMA 4X, Voltaje: 100-240VAC, Certificación: CSA, UL, CE, Máxima presión: 150PSI, Temperatura: 40-150 grados Fahrenheit	und	1	\$ 2.662,43	\$ 2.662,43
2	Válvula Bruner 2" para filtro CULLIGAN CSM Conexión 2" NPT D180 MULTIPORT	und	2	\$ 3.765,11	\$ 7.530,22
3	Control GBE para filtro CULLIGAN CSM	und	2	\$ 1.833,63	\$ 3.667,26
4	Transformador tipo adaptador 115 - 24VAC 1000mA	und	2	\$ 43,32	\$ 86,64
5	Recableado tablero sistema eléctrico y cambio de contactores	und	1	\$ 2.860,00	\$ 2.860,00
6	Bomba dosificadora 100gpd EMEC, Control de dosificación ajustable, Diafragma de Hypalon Empaques de PTFE, Voltaje: 115VAC	und	4	\$ 767,95	\$ 3.071,80
7	Tanque de solución química PVC 270 litros	und	2	\$ 120,56	\$ 241,12
8	Válvula 2" PVCP SCH40	und	6	\$ 143,00	\$ 858,00
9	Tubería PVCP 2" SCH40	m	6	\$ 5,50	\$ 33,00
UN FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO CULLIGAN CSM					
10	Funda de 55 libras de carbón activado	und	12	\$ 328,99	\$ 3.947,88
UN FILTRO DE SEDIMENTOS CULLIGAN CSM					
11	Funda Mineral, Cullsán Medium Gravel, 50 lb	und	16	\$ 31,81	\$ 508,96
12	Funda Mineral, Cullsán U, 50 lb	und	5	\$ 116,94	\$ 584,70
13	Funda Mineral, Cullsán G50, 50 lb	und	5	\$ 192,72	\$ 963,60
14	Funda Mineral, Cullsán A, 55 lb	und	8	\$ 153,14	\$ 1.225,12
15	Funda Mineral, Cullcite, 50 lb	und	9	\$ 50,89	\$ 458,01
16	Lateral internal, PVC, Fine Slot (flautas) CSM	und	5	\$ 83,94	\$ 419,70
PARA PLANTA CULLIGAN DE 10 LPS INCLUYE:					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
17	Válvula de purga automático programable para separador centrífugo LAKOS ILB, Conexión: 3/4" Protección NEMA 4X Voltaje: 100-240VAC Certificación: CSA, UL, CE Máxima presión: 150PSI Temperatura: 40-150 grados Fahrenheit	UNID	1	\$ 2.662,43	\$ 2.662,43
18	Control GBE para filtro CULLIGAN Hi Flo 50	UNID	3	\$ 2.273,32	\$ 6.819,96
19	Transformador tipo adaptador 115 - 24VAC 1000mA	und	3	\$ 43,32	\$ 129,96

20	Recableado tablero sistema eléctrico y cambio de contactores	und	1	\$ 3.960,00	\$ 3.960,00
21	Bomba dosificadora 100gpd EMEC , Control de dosificación ajustable, Diafragma de Hypalon Empaques de PTFE Voltaje: 115VAC	und	3	\$ 767,95	\$ 2.303,85
22	Tanque de solución química PVC 270 litros	und	3	\$ 120,56	\$ 361,68
23	Válvula 3" PVCP SCH40	und	6	\$ 231,00	\$ 1.386,00
24	Tubería PVCP 3" SCH40	m	12	\$ 8,80	\$ 105,60
25	Adaptador macho PVCP 150PSI de 3"	und	8	\$ 11,00	\$ 88,00
26	Codo PVCP SCH40 3"	und	6	\$ 27,50	\$ 165,00
27	Tee PVCP SCH40 3"	und	2	\$ 31,90	\$ 63,80
28	Manguera de presión para químico JG 3/8"	m	15	\$ 5,50	\$ 82,50
29	Universal PVCP 3" 150PSI	und	4	\$ 38,50	\$ 154,00
DOS FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO CULLIGAN HI FLO 50 HR-4825					
30	Funda de 55 libras de carbón activado	und	32	\$ 328,99	\$10.527,68
UN FILTRO DE SEDIMENTOS CULLIGAN HI FLO 50 HD-483					
31	Funda Mineral, Cullsan Medium Gravel,50 lb	und	31	\$ 31,81	\$ 986,11
32	Funda Mineral, Cullsan U,50 lb	und	9	\$ 116,94	\$ 1.052,46
33	Funda Mineral, Cullsan G50,50 lb	und	9	\$ 192,72	\$ 1.734,48
34	Funda Mineral, Cullsan A,55 lb	und	16	\$ 153,14	\$ 2.450,24
35	Funda Mineral,Cullcite,50 lb	und	19	\$ 50,89	\$ 966,91
36	Lateral internal, PVC, Fine Slot (flautas) HIFLO 50	und	10	\$ 107,80	\$ 1.078,00
PARA SISTEMA DE CLORACIÓN DE TANQUES ELEVADOS EN LÍNEA INCLUYE:					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
37	Bomba dosificadora HN55 Chemilizer (no requiere de energía eléctrica)	und	2	\$2.853,99	\$5.707,98
38	Tanque de solución química PVC 270 litros	und	2	\$ 120,56	\$241,12
Subtotal 1					\$72.146,20
IVA 12%					\$ 8.657,54
Subtotal 1					\$80.803,74

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

- Instalación del equipo, se ha considerado este rubro independiente del costo de maquinaria y equipo, en vista de que la misma deberá ser efectuada por personal especializado a fin de que los empates y conexiones sean correctas, garantizando así el funcionamiento efectivo de la planta.

Tabla 16. Desglose de costos de instalación

COSTO DE INSTALACIÓN					
39	Costo de materiales de instalación e instalación en sitio.	und	1	\$ 671,00	\$ 671,00
Subtotal 2				\$ 671,00	
IVA 12%				\$ 80,52	
Subtotal 2				\$ 751,52	

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

4.1.1.2 Costos de mantenimiento.

En cuanto a los costos de mantenimiento, se han considerado los requerimientos de la planta a fin de mantener un estándar de calidad del agua resultante del proceso de purificación, para lo cual se debe realizar un mantenimiento preventivo y correctivo obligatorio cada año.

Es importante señalar que para la presentación del flujo de costos, no se considerará el incremento anual por efectos de la inflación, pues los valores de costo de mano de obra se mantendrán estables, al realizar la adquisición de los productos químicos detallados anteriormente para el funcionamiento de la planta, a la casa proveedora de los equipos, con el fin de obtener los resultados idóneos de purificación del agua al aplicar los productos específicos para el funcionamiento de los componentes establecidos, según proforma presentada por la misma. (Sulca, 2017)

Tabla 17. Desglose de mantenimiento / mano de obra

MANTENIMIENTO - MANO DE OBRA					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
40	Costo de mano de Obra de mantenimiento Planta CULLIGAN 5 l / s } Incluye 3 visitas de inspección de personal técnico del proveedor durante el año	und	1	\$ 5.973,67	\$ 5.973,67
41	Costo de mano de Obra de mantenimiento Planta CULLIGAN 10 l / s } Incluye 3 visitas de inspección de nuestro personal técnico del proveedor durante el año	und	1	\$ 4.989,22	\$ 4.989,22
Subtotal 3					\$ 10.962,89
IVA 12%					\$ 1.315,55
Subtotal 3					\$ 12.278,44

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

4.1.1.3 Costos de operación-directos.

Estos se derivan de la compra de los bienes o servicios, los cuales tienen vida útil menor a un año y que son imprescindibles para que se realice nuestro proyecto.

- Productos químicos, en la presente propuesta y como se mencionó en el Estudio Técnico, se requiere de sustancias específicas, con características puntuales para alcanzar un nivel de purificación del agua conforme lo estipula la norma, recalcando que el material que se detalla a continuación, se calculó para un año calendario, por lo que su compra debe ser considerada periódicamente.

Tabla 18. Desglose de costos de productos químicos

PRODUCTOS QUÍMICOS					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
42	kilos Hipoclorito de sodio 10%	kg	6500	\$ 0,91	\$ 5.915,00
43	kilos Rapised	kg	1500	\$ 5,50	\$ 8.250,00
44	kilos de PAC Floculante coagulante	kg	1500	\$ 1,59	\$ 2.385,00
45	Caneca para químicos	und	40	\$ 20,00	\$ 800,00
46	Hipoclorito de Calcio Granulado (caneca de 45Kg-c/u)	kg	180	\$ 3,93	\$ 707,40
47	Pastillas de hipoclorito de calcio	und	20	\$ 4,50	\$ 90,00
Subtotal 4					\$ 18.147,40
IVA 12%					\$ 2.177,69
Subtotal 4					\$ 20.325,09

Fuente: Culligan Water Projects S.A - Ecuador

Elaborado por: Autor

- Servicios básicos, como se mencionó en los capítulos anteriores, la ciudad de El Coca presenta un cierto nivel de ausencia de servicios básicos, por lo que actualmente la planta de tratamiento de agua de la Brigada 19 “Napo”, no cuenta con un medidor de energía eléctrica, que permita saber a ciencia cierta el consumo de este servicio, por tal razón se ha considerado un cálculo estimado del consumo de energía eléctrica de la misma.

Tabla 19. Estimación de costos de consumo energía eléctrica

CÁLCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PLANTA 19 B.S "NAPO"									
CANTIDAD	EQUIPO	POTENCIA	unidad	FACTOR DE CONVERSIÓN HP A KW	KW HORA	VALOR DIARIO 22:00 A 18:00	VALOR DIARIO 22:00 A 18:00	VALOR DIARIO	VALOR ANUAL
1	Bomba absorbentes de agua (Toma)	15	HP	0,7457	11,19	\$ 147,65	\$ 11,24	\$ 158,89	\$ 57.994,86
1	Bomba absorbentes de agua (Toma)	7,5	HP	0,7457	5,59	\$ 73,82	\$ 5,62	\$ 79,45	\$ 28.997,43
3	Bomba dosificadora Marca EMEC Modelo VCO				0,012	\$ 0,16	\$ 0,01	\$ 0,17	\$ 186,65
							SUBTOTAL		\$ 87.178,94

Fuente: Sección Logística – 19 B.S “Napo”

Elaborado por: Autor

- Combustible, la provincia de Orellana no cuenta con una subestación eléctrica, lo que genera cortes de energía, razón por la cual, y por la importancia del abastecimiento del líquido vital, es necesario el empleo de un generador eléctrico a base de diésel, cuyo costo de combustible empleado se detalla a continuación:

Tabla 20. Estimación de consumo de combustible – generador de energía

CÁLCULO DE CONSUMO DE DIESEL PARA GENERADOR DE LA PLANTA 19 B.S "NAPO"					
ORD	COMBUSTIBLE	CANTIDAD MENSUAL ESTIMADA (gal)	VALOR Gal	TOTAL MENSUAL	VALOR ANUAL
1	DIESEL	120	\$ 1,03	\$ 123,6	\$ 1.483,20
SUBTOTAL					\$ 1.483,20

Fuente: Sección Logística – 19 B.S “Napo”

Elaborado por: Autor

- Capacitación, en cuanto a la capacitación del personal responsable del funcionamiento de la planta, para su mantenimiento y operación, es trascendental señalar que la empresa proveedora de los productos, proporciona la actualización de los conocimientos de operación sin costo alguno.
- Sueldos, en este caso es menester señalar que la unidad militar dispone de un servidor público (categoría servidor público de apoyo 1), con el conocimiento del manejo de la planta de purificación, quien ha sido el responsable de mantener en funcionamiento la misma, cuyos haberes son cancelados por medio de la partida presupuestaria correspondiente a la Subactividad: Remuneraciones servidores públicos civiles, Actividad 01: Gestión institucional del Programa 01: Administración Central correspondiente al presupuesto asignado a la Brigada de Selva 19 “Napo”., razón por la cual se ha considerado este rubro como un costo directo, no así el personal militar responsable de esta instalación, ya que esta nominación es una de las funciones y/o responsabilidades que se le pudieran designar durante su permanencia en esta unidad militar.

Tabla 21. Desglose de costos por sueldos y prestaciones

DETALLE DE SUELDO Y PRESTACIONES - RESPONSABLE DE LA PLANTA				
ORD	ÍTEM	VALOR	ASIGNACIÓN	TOTAL ANUAL
1	SUELDO MENSUAL	\$ 585,00	12	\$ 7.020,00
2	13° SUELDO	\$ 585,00	1	\$ 585,00
3	14° SUELDO	\$ 386,00	1	\$ 386,00
4	VACACIONES	\$ 292,50	1	\$ 292,50
5	APORTES patronal	\$ 71,08	12	\$ 852,93
6	APORTE INDIVIDUAL	\$ 55,34	1	\$ 55,34
7	FONDOS DE RESERVA	\$ 48,73	12	\$ 584,77
		SUBTOTAL		\$ 9.776,54

Fuente: Sección Personal – 19 B.S “Napo”

Elaborado por: Autor

4.1.1.4 Flujo de costos.

Para la presentación del flujo de costos se han estimado los valores anteriormente detallados, considerando un valor del 3.62% de inflación anual para la proyección durante los 15 años de duración del proyecto, dicho valor se obtuvo del promedio de la inflación de los últimos 15 años, como se presenta en la siguiente tabla detalle:

Tabla 22. Promedio de la inflación últimos 15 años

PERÍODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	INFLACIÓN PROMEDIO
AÑO	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	
INFLACIÓN (%)	-0,02	1,12	3,38	3,67	2,70	4,16	5,41	3,33	4,31	8,83	3,32	2,87	3,14	1,95	6,07	3,62%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Elaborado por: Autor

Éste cálculo se llevó a cabo, en razón de que el valor de la inflación anual correspondiente al año 2017 es del - 0,02 % según reporte del INEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, Ecuador en cifras, 2017), y es improbable que con esta inflación, los precios de materiales y servicios se mantengan o en el mejor de los casos disminuyan.

Tabla 23. Flujo de costos del Proyecto de Diseño para la implementación de una planta de purificación de agua potable para la Brigada de Selva 19 “Napo”

	PERÍODO															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
COSTOS DE CAPITAL																
Maquinaria y equipo	\$80.803,74															
<i>Subtotal maquinaria y equipo</i>	<i>\$80.803,74</i>															
Instalación de equipos	\$751,52															
<i>Subtotal instalación</i>	<i>\$751,52</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>
<i>Subtotal</i>	<i>\$81.555,26</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$0,00</i>
COSTOS DE MANTENIMIENTO																
Mantenimiento anual		\$12.278,44	\$12.722,92	\$13.183,49	\$13.660,73	\$14.155,25	\$14.667,67	\$15.198,64	\$15.748,83	\$16.318,93	\$16.909,68	\$17.521,81	\$18.156,10	\$18.813,35	\$19.494,39	\$20.200,09
<i>Subtotal</i>	<i>\$0,00</i>	<i>\$12.278,44</i>	<i>\$12.722,92</i>	<i>\$13.183,49</i>	<i>\$13.660,73</i>	<i>\$14.155,25</i>	<i>\$14.667,67</i>	<i>\$15.198,64</i>	<i>\$15.748,83</i>	<i>\$16.318,93</i>	<i>\$16.909,68</i>	<i>\$17.521,81</i>	<i>\$18.156,10</i>	<i>\$18.813,35</i>	<i>\$19.494,39</i>	<i>\$20.200,09</i>
COSTOS DIRECTOS																
Insumos directos																
Productos químicos	\$20.325,09	\$21.060,86	\$21.823,26	\$22.613,26	\$23.431,86	\$24.280,09	\$25.159,03	\$26.069,79	\$27.013,52	\$27.991,41	\$29.004,70	\$30.054,67	\$31.142,64	\$32.270,01	\$33.438,18	\$34.648,64
Servicios básicos	\$87.178,94	\$90.334,82	\$93.604,94	\$96.993,44	\$100.504,60	\$104.142,87	\$107.912,84	\$111.819,29	\$115.867,15	\$120.061,54	\$124.407,76	\$128.911,32	\$133.577,91	\$138.413,43	\$143.424,00	\$148.615,95
Combustible	\$1.483,20	\$1.536,89	\$1.592,53	\$1.650,18	\$1.709,91	\$1.771,81	\$1.835,95	\$1.902,41	\$1.971,28	\$2.042,64	\$2.116,58	\$2.193,20	\$2.272,60	\$2.354,87	\$2.440,11	\$2.528,45
<i>Subtotal insumos directos</i>	<i>\$108.987,23</i>	<i>\$112.932,57</i>	<i>\$117.020,73</i>	<i>\$121.256,88</i>	<i>\$125.646,38</i>	<i>\$130.194,78</i>	<i>\$134.907,83</i>	<i>\$139.791,49</i>	<i>\$144.851,94</i>	<i>\$150.095,58</i>	<i>\$155.529,04</i>	<i>\$161.159,19</i>	<i>\$166.993,16</i>	<i>\$173.038,31</i>	<i>\$179.302,30</i>	<i>\$185.793,04</i>
Personal directo																
Responsable de planta	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54	\$9.776,54
<i>Subtotal personal directo</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>	<i>\$9.776,54</i>
<i>Subtotal</i>	<i>\$118.763,77</i>	<i>\$122.709,11</i>	<i>\$126.797,27</i>	<i>\$131.033,42</i>	<i>\$135.422,91</i>	<i>\$139.971,31</i>	<i>\$144.684,36</i>	<i>\$149.568,03</i>	<i>\$154.628,48</i>	<i>\$159.872,12</i>	<i>\$165.305,58</i>	<i>\$170.935,73</i>	<i>\$176.769,69</i>	<i>\$182.814,85</i>	<i>\$189.078,83</i>	<i>\$195.569,58</i>
COSTOS TOTALES	\$200.319,03	\$134.987,54	\$139.520,18	\$144.216,90	\$149.083,64	\$154.126,56	\$159.352,03	\$164.766,66	\$170.377,31	\$176.191,05	\$182.215,26	\$188.457,54	\$194.925,79	\$201.628,20	\$208.573,23	\$215.769,67

Fuente: Manual: Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales de la División de Desarrollo Social

Elaborado por: Autor

4.1.2 Análisis de eficiencia de la planta actual (Cálculo de los costos).

Para el análisis de eficiencia de la planta actual, tomaremos en consideración el detalle de los costos realizados, los mismos que hacen referencia a los valores económicos de cada uno de los bienes y servicios que se utilizaron durante los últimos 3 años para el funcionamiento de la misma, recalcando que la condición insalubre del agua conforme al Estudio de mercado, se ha mantenido en los mismos estándares sin mejora alguna con tendencia al deterioro.

Tabla 24. Flujo de costos planta actual de tratamiento

ÍTEM	PERÍODO		
	0	- 1	- 2
COSTOS DE CAPITAL			
Maquinaria y equipo			
<i>Subtotal maquinaria y equipo</i>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Instalación de equipos			
<i>Subtotal instalación</i>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<i>Subtotal</i>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mantenimiento anual			
<i>Subtotal</i>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
COSTOS DIRECTOS			
Insumos directos			
Productos químicos	\$ 10.500,00	\$ 9.975,00	\$ 9.476,25
Servicios básicos	\$ 87.178,94	\$ 87.178,94	\$ 87.178,94
Combustible	\$ 1.483,20	\$ 1.483,20	\$ 1.483,20
<i>Subtotal insumos directos</i>	\$ 99.162,14	\$ 98.637,14	\$ 98.138,39
Personal directo			
Responsable de planta	\$ 9.776,54	\$ 9.776,54	\$ 9.776,54
<i>Subtotal personal directo</i>	\$ 9.776,54	\$ 9.776,54	\$ 9.776,54
<i>Subtotal</i>	\$ 108.938,68	\$ 108.413,68	\$ 107.914,93
COSTOS TOTALES	\$ 108.938,68	\$ 108.413,68	\$ 107.914,93

Fuente: Sección Logística y Tesorería de la 19 B.S “Napo”

Elaborado por: Autor

4.1.3 Análisis Costo / Beneficiario y Comparación de Costos.

Para este proyecto en particular, dadas las circunstancias de que el mismo está orientado a solventar la necesidad apremiante de contar con agua potable de calidad para toda la población como objetivo primordial de esta propuesta, realizaremos la comparación de los costos realizados en el último año de funcionamiento de la planta de tratamiento actual y los costos presentados en esta propuesta, para posteriormente obtener el factor Costo / Beneficio de ambos casos, mediante la división del valor de los costos totales obtenidos en ambos casos para el total de la población que será beneficiada o usuario del líquido vital.

Tabla 25. Análisis del Costo / Beneficiario

ANÁLISIS COSTO / BENEFICIARIO				
	COSTOS	BENEFICIARIOS		FACTOR C/B
PLANTA TRATAMIENTO ACTUAL	\$ 108.938,68	POBLACIÓN 19 B.S " NAPO"	4950	22,01
PROPUESTA PLANTA DE TRATAMIENTO	\$ 200.319,03		4950	40,47

Fuente: Autor

Elaborado por: Autor

Si bien es cierto, en el cuadro anterior se muestra el detalle del costo total y el factor Costo / Beneficiario, de la planta de tratamiento actual y de la presente propuesta, lo cual a simple vista daría la idea de que se debería mantener el funcionamiento de la actual planta de tratamiento, pero hay que señalar que este diseño está orientado a proporcionar agua de calidad para el consumo humano, por lo que a continuación, vamos a realizar el análisis más detallado.

Para el presente análisis nos permitiremos obtener el valor del litro de agua tratada que proporciona la planta de tratamiento actual y el valor que representaría si se llegara a implementar la planta propuesta, como se muestra en el siguiente detalle:

Tabla 26. Estimación del costo del litro de agua purificada

CÁLCULO DEL VALOR DE LITRO DE AGUA PURIFICADA				
	COSTOS	AGUA TRATADA AL DÍA (LITROS)	AGUA TRATADA ANUALMENTE (LITROS)	VALOR DEL LITRO DE AGUA PURIFICADA
PLANTA TRATAMIENTO ACTUAL	\$ 108.938,68	972.000,00	354.780.000,00	\$ 0,0003
PROPUESTA PLANTA DE TRATAMIENTO	\$ 200.319,03	972.000,00	354.780.000,00	\$ 0,0006

Fuente: Sección de Construcciones de la Brigada 19 "Napo"

Elaborado por: Autor

En este punto es importante señalar, que debido a la calidad real del líquido vital, las familias que ocupan la vivienda fiscal de la unidad se ven obligadas a la adquisición y consumo de agua embotellada, con el fin de evitar las repercusiones expuestas en el Capítulo II; y, en base a los datos obtenidos en el Estudio de Mercado como consecuencia del empleo del agua tratada actualmente, a continuación se realiza el cálculo de éste consumo de agua embotellada.

Tabla 27. Estimación del costo de consumo de agua embotellada

ESTIMADO DE GASTOS POR CONSUMO DE AGUA EMBOTELLADA						
ÍTEM	CANTIDAD	CONSUMO DE BIDONES PROMEDIO SEMANAL	VALOR DEL BIDON	CONSUMO SEMANAL	TOTAL CONSUMO SEMANAL	TOTAL CONSUMO ANUAL
FAMILIAS	273	5,6	\$ 1,50	8,4	\$ 2.293,20	\$ 119.246,40

Fuente: Encuesta para el proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo".

Elaborado por: Autor

El valor obtenido de este cálculo, será tomado en cuenta en el Flujo de Costos de la planta actual, consideración que se la realiza por cuanto es un efecto directo ocasionado por el estado actual del agua empleada, valor que puede reducirse y hasta eliminarse, si se consiente la implementación del diseño propuesto en este trabajo.

Otro valor que no puede dejarse de lado, también como efecto de la situación en mención, es el ocasionado por la adquisición de medicinas como tratamiento de las enfermedades causadas por el consumo y el empleo del líquido vital, cálculos que se realizan en base a la información obtenida en el segundo capítulo en la información recabada en la pregunta 12 de la encuesta; con el miramiento respectivo al realizar el cálculo, pues no se puede decir que el agua insalubre sea la causante principal de todas las enfermedades, por lo que se han tomado en cuenta los porcentajes de afectación que se muestran a continuación, según el informe estadístico proporcionado el Hospital de Brigada 19 “Napo” (H.B IV - DE "AMAZONAS", 2017).

Tabla 28. Estimación de costos por pago de medicina – pacientes afectados

ESTIMADO DE GASTOS POR PAGO DE MEDICINA							
ENFERMEDADES	POBLACION	% PERSONAL AFECTADO (ENFERMEDAD) ENCUESTA	TOTAL PERSONAL AFECTADO ESTIMADO	% ESTIMADO DE AFECTADOS POR AGUA TRATADA	PERSONAL ESTIMADO AFECTADO	VALOR PROMEDIO DE RECETA	VALOR GLOBAL GENERADO POR RECETAS
GASTROINTESTINALES	4950	31,94%	1581	55%	870	\$ 12,50	\$ 10.869,58
DERMATOLÓGICAS	4950	43,05%	2131	92%	1960	\$ 8,75	\$ 17.154,35
GENITOURINARIAS	4950	33,33%	1650	95%	1567	\$ 16,00	\$ 25.077,49
				TOTAL GASTO POR MEDICINAS			\$ 53.101,42

Fuente: Hospital Básico IV D.E “Amazonas”

Elaborado por: Autor

Es sustancial señalar en este apartado, el valor promedio de receta, se obtuvo mediante el cálculo promedio del valor de los medicamentos prescritos según información proporcionada por el Hospital Básico IV D.E “Amazonas”.

Como se mencionaba al inicio de este apartado, los gastos generados por el empleo del agua actual serán considerados en el Flujo de Costos, lo que nos permitirá tener la información real estimada resultante del uso del agua y su afectación económica en el aspecto social a la población de la Brigada.

Tabla 29. Flujo de costos planta actual de tratamiento reformado

ÍTEM	PERÍODO		
	0	- 1	- 2
COSTOS DE CAPITAL			
Maquinaria y equipo			
<i>Subtotal maquinaria y equipo</i>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Instalación de equipos			
<i>Subtotal instalación</i>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<i>Subtotal</i>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Mantenimiento anual			
<i>Subtotal</i>	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
COSTOS DIRECTOS			
Insumos directos			
Productos químicos	\$ 10.500,00	\$ 9.975,00	\$ 9.476,25
Servicios básicos	\$ 87.178,94	\$ 87.178,94	\$ 87.178,94
Combustible	\$ 1.483,20	\$ 1.483,20	\$ 1.483,20
<i>Subtotal insumos directos</i>	\$ 99.162,14	\$ 98.637,14	\$ 98.138,39
Personal directo			
Responsable de planta	\$ 9.776,54	\$ 9.776,54	\$ 9.776,54
<i>Subtotal personal directo</i>	\$ 9.776,54	\$ 9.776,54	\$ 9.776,54
<i>Subtotal</i>	\$ 108.938,68	\$ 108.413,68	\$ 107.914,93
GASTOS POR CONSIDERAR	\$ 108.938,68	\$ 108.413,68	\$ 107.914,93
Consumo de agua embotellada	\$ 119.246,40		
Medicina	\$ 53.101,42		
COSTOS TOTALES	\$ 281.286,50	\$ 108.413,68	\$ 107.914,93

Fuente: Sección Logística y Tesorería de la 19 B.S "Napo"- estudio de campo

Elaborado por: Autor

Para finalmente obtener el factor Costo - Beneficiario de la actual planta de agua potable y la presente propuesta, empleando el mismo cálculo anterior para obtener este factor y compararlos.

Tabla 30. Análisis del Costo / Beneficiario reformado

ANÁLISIS COSTO / BENEFICIARIO REFORMADO				
	COSTOS	BENEFICIARIOS		FACTOR C/B
PLANTA TRATAMIENTO ACTUAL	\$ 281.286,50	POBLACIÓN 19 B.S " NAPO"	4950	56,83
PROPUESTA PLANTA DE TRATAMIENTO	\$ 200.319,03		4950	40,47

Fuente: Sección Logística y Tesorería de la 19 B.S "Napo"- estudio de campo

Elaborado por: Autor

Del anterior cálculo podemos concluir que el valor necesario para satisfacer la necesidad de un individuo de la población, el factor para la planta actual es 56,83, es decir que se requiere de \$56,83 usd para satisfacer la necesidad de agua para uso y consumo de cada habitante del Fuerte Militar Napo, a diferencia de la presente propuesta, en cuyo caso, se requiere de \$40,47 usd para la satisfacción del líquido vital, lo que representa un ahorro de \$ 16,36 usd por individuo.

4.1.4 Evaluación de Resultados.

Para realizar la evaluación de los resultados obtenidos y visualizar de una manera efectiva los beneficios de la implementación de la planta de tratamiento desde el punto de vista económico se presentan las siguientes tablas

Tabla 31. Análisis del valor del agua tratada

VALOR DEL LITRO DE AGUA						
	COSTOS	BENEFICIARIOS		FACTOR C/B	REQUERIMIENTO DE AGUA ANUAL X PERSONA (LITROS)	VALOR DEL LITRO DE AGUA PURIFICADA
PLANTA TRATAMIENTO ACTUAL	\$ 281.286,50	POBLACIÓN 19 B.S " NAPO"	4950	56,83	354.780.000,00	\$ 0,0008
PROPUESTA PLANTA DE TRATAMIENTO	\$ 200.319,03		4950	40,47	354.780.000,00	\$ 0,0006

Fuente: Sección Logística y Tesorería de la 19 B.S "Napo"- estudio de campo

Elaborado por: Autor

De los valores presentados en el anterior cuadro podemos inferir, que el valor por litro de agua proporcionada por la planta de tratamiento actual de agua potable de la unidad militar supera en un 33,33 % (\$ 0,0002) al valor del litro de agua que proporcionaría la planta de tratamiento propuesta en esta investigación.

Considerando los valores obtenidos en los apartados anteriores de esta evaluación, a continuación se presenta una comparación de los costos generados por cada una de las plantas y la reducción de los mismos si se implementa esta propuesta, con el propósito de apreciar la disminución económica y beneficio que representaría en el primer año de funcionamiento.

Tabla 32. Análisis de la reducción de costos

COMPARACIÓN		
PERÍODO	0	1
PLANTA TRATAMIENTO ACTUAL	\$ 281.286,50	\$ 281.286,50
PROPUESTA PLANTA DE TRATAMIENTO	\$ 200.319,03	\$ 139.520,18
REDUCCIÓN	\$ 80.967,47	\$ 141.766,32
PORCENTAJE REDUCCIÓN	28,78%	50,40%

Elaborado por: Autor

Como resultado podemos concluir que el costo de funcionamiento de la planta de tratamiento actual, representa un 140% del costo de la implementación de la planta propuesta en este trabajo.

Dicha implementación, en su primer año de funcionamiento, reduciría el costo en un valor estimado de \$ 80.967,47 USD, lo que representa un *beneficio de ahorro* anual del 28,78% al presupuesto reformado de la planta actual.

Además es importante señalar que a partir del segundo año de implementación, los costos generales (reformados) se reducirían \$ 141.766,32 USD, lo que representa el 50,40% del presupuesto reformado calculado.

4.2 Evaluación Social

Como se mencionó en los capítulos anteriores, la finalidad de esta investigación se orienta a proponer una solución alternativa efectiva y sobretodo factible, que permita disminuir la influencia del líquido vital en la proliferación de las enfermedades anteriormente descritas y al mismo tiempo proporcione la seguridad y confianza de consumo y uso por parte de la población del campamento militar.

Por lo que para realizar la evaluación social de la presente propuesta, emplearemos como manual base, el Manual Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales de la División de Desarrollo Social de la ONU (Cohen E., Martínez R., 2005), el cual, en el capítulo Evaluación Ex Ante, establece el Análisis multicriterio, utilizando un índice sumatorio ponderado que permita considerar las prioridades empleando para esto, criterios complementarios (Índice multicriterio) (Cohen E., Martínez R., 2005).

Para posteriormente, por medio de una ponderación de importancia, establecer la prioridad de criterios, así como los valores que permitan calcular el valor del coeficiente de ponderación para ubicar, por prioridad de beneficio los criterios inicialmente establecidos y debidamente justificados por los objetivos finales de evaluación.

4.2.1 Definición de criterios y objetivos.

Para la definición de criterios de esta evaluación, se consideraron los criterios mínimos sugeridos en el Manual Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales de la División de Desarrollo Social de la ONU (Cohen E., Martínez R., 2005), siendo éstos: Social, Institucional, Económico, y en reemplazo del criterio Técnico se ha considerado el aspecto Salubridad, por considerarlo un tópico muy importante para esta propuesta, pues este proyecto se orienta a la búsqueda y determinación de una alternativa que disminuya el índice de enfermedades que afectan a la población que consumen el agua de la planta actual.

Posteriormente, se establece para cada uno de estos criterios, un objetivo final de evaluación, es decir, un objetivo que represente el criterio a ser evaluado, que permita visualizar con mayor facilidad lo que abarca el criterio en mención y al mismo tiempo permita determinar con mayor facilidad y claridad la ponderación de importancia para cada uno de ellos en la jerarquización de estos, lo cual se resume en la siguiente tabla.

Tabla 33. Criterio de evaluación y objetivo final

CRITERIO DE EVALUACIÓN	OBJETIVO FINAL DEL PROYECTO
SOCIAL	<i>Mejoramiento del agua para consumo y uso personal en el hogar</i>
FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	<i>Mejor calidad del equipo</i>
ECONÓMICO	<i>Disminución de gasto por agua embotellada</i>
SALUBRIDAD	<i>Disminución de casos de enfermedades</i>

Fuente: Manual: Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales de la División de Desarrollo Social
Elaborado por: Autor

4.2.2 Definición de importancia (Jerarquización de criterios).

Para definir la importancia o jerarquización de criterios para la evaluación se siguieron los procedimientos sugeridos en el Manual Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales de la División de Desarrollo Social de la ONU (Cohen E., Martínez R., 2005).

Inicialmente se entregó una matriz cuadrada con los criterios y objetivos finales de evaluación enlistados en filas y columnas a los 72 encuestados, siguiendo el procedimiento siguiente:

1. Solicitar a cada uno de los participantes que determine si el criterio indicado en la primera fila (criterio social) es más o menos, importante que los demás, asignando un valor entre 1 a 4 puntos en cada columna, procedimiento que se debe utilizar de igual manera en las demás.
2. Se suman todas las matrices, poniendo en cada casillero los puntajes asignados por los encuestados y se calcula el subtotal de cada fila, sumando los casilleros correspondientes.
3. Se calcula el total de la tabla, al sumar todos los puntajes subtotales.
4. Posteriormente, se obtiene el valor de ponderación dividiendo el subtotal de cada fila para el total de la matriz.
5. A quienes se les solicitó determinar si el juicio indicado en la primera fila (social) es más o menos, importante comparado con los otros tres criterios, estableciéndolo mediante una escala del 1 al 4.

Procedimiento que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 34. Matriz de jerarquización de criterios

	OBJETIVO	MEJORAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO Y USO PERSONAL Y EN EL HOGAR	MEJOR CALIDAD DE EQUIPO	DISMINUCIÓN DE GASTO POR AGUA EMBOTELLADA	DISMINUCIÓN DE CASOS DE ENFERMEDADES	TOTAL	PONDERACIÓN
OBJETIVO	CRITERIO	SOCIAL	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	ECONÓMICO	SALUBRIDAD		
MEJORAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO Y USO PERSONAL Y EN EL HOGAR	SOCIAL	0	144	72	288	504	0,27
MEJOR CALIDAD DE EQUIPO	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	144	0	0	216	360	0,20
DISMINUCIÓN DE GASTO POR AGUA EMBOTELLADA	ECONÓMICO	173	72	0	158	403	0,22
DISMINUCIÓN DE CASOS DE ENFERMEDADES	SALUBRIDAD	288	72	216	0	576	0,31
					TOTAL	1843	1

Fuente: Manual: Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales de la División de Desarrollo Social

Elaborado por: Autor

4.2.3 Definición de variables y su peso.

Como lo sugiere el Manual Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales (Cohen E., Martínez R., 2005), para definir las variables correspondientes para cada criterio mínimo, se sigue el siguiente procedimiento

1. Asociar las variables que concedan el sentido analítico que permita establecer la estimación de cumplimiento o incumplimiento de cada uno de los juicios de valor establecidos.
2. Determinar las variables conforme se sugiere
3. Se realiza la estimación de la consecución o ausencia mediante la asignación de un porcentaje para cada una de las variables determinadas previamente conforme su valor de ponderación.

La evaluación del peso (justificación social o importancia social del proyecto) en cada uno de los criterios se obtuvo del producto de la estimación de cada variable por el coeficiente de ponderación obtenido en el cálculo anterior.

Finalmente se realiza la sumatoria de los valores obtenidos en el peso de cada uno de los criterios de evaluación, para obtener el valor de justificación social de proyecto, que

permite obtener una visión más clara de la importancia de la implementación de la presente propuesta de manera cuantitativa, las mismas que se presentan en el siguiente cuadro resumen.

Tabla 35. Matriz de estimación de variables y cálculo de peso

OBJETIVO	CRITERIO	VARIABLES	DETALLE	ESTIMACIÓN	PONDERACIÓN	PESO	SUMATORIA
MEJORAMIENTO DEL AGUA PARA CONSUMO Y USO PERSONAL Y EN EL HOGAR	SOCIAL	<i>RELEVANCIA</i>	Prioridad de necesidad	100%	0,27	0,27	0,89
		<i>CARENCIALIDAD</i>	Vulnerabilidad - ausencia	100%	0,27	0,27	
		<i>COBERTURA</i>	Grado de cobertura actual	25%	0,27	0,07	
		<i>IMPACTO</i>	Impacto que se espera lograr	100%	0,27	0,27	
MEJOR CALIDAD DE EQUIPO	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	<i>PERTINENCIA</i>	Grado de factibilidad	75%	0,20	0,15	0,69
		<i>ACEPTACIÓN</i>	Grado de aceptación Escalón superior	80%	0,20	0,16	
		<i>EFICACIA</i>	Incremento de Cobertura	100%	0,20	0,20	
		<i>IMPACTO</i>	Impacto que se espera lograr	100%	0,20	0,20	
DISMINUCIÓN DE GASTO POR AGUA EMBOTELLADA	ECONÓMICO	<i>EFICIENCIA</i>	Capacidad de aplicación	100%	0,22	0,22	0,78
		<i>FACTOR COSTO BENEFICIARIO</i>	Grado de aceptación al valor propuesto	85%	0,22	0,19	
		<i>BENEFICIO</i>	Disminución de gasto por consumo de agua	95%	0,22	0,21	
		<i>ACEPTACIÓN POBLACIÓN</i>	Grado de aceptación población por beneficio institucional	75%	0,22	0,16	
DISMINUCIÓN DE CASOS DE ENFERMEDADES	SALUBRIDAD	<i>RELEVANCIA</i>	Prioridad de necesidad	100%	0,31	0,31	1,02
		<i>COHERENCIA EXTERNA</i>	Grado de afinidad a política institucional	100%	0,31	0,31	
		<i>IMPACTO</i>	Grado de disminución de enfermedades esperado	75%	0,31	0,23	
		<i>PERTINENCIA</i>	Grado de factibilidad	50%	0,31	0,16	

Fuente: Manual: Formulación, evaluación y monitoreo de proyectos sociales de la División de Desarrollo Social

Elaborado por: Autor

De la matriz anterior se puede inferir, que sustentando el objetivo de esta propuesta, el criterio de salubridad, cuyo fin es la búsqueda de la disminución de casos de personal afectado por enfermedades, originado posiblemente por la ingesta o el uso del agua potable disponible actualmente, alcanzó un coeficiente de peso del 1,02; ubicándose en el primer lugar de la evaluación.

En segundo lugar con un coeficiente de peso 0,89 el objetivo de mejoramiento del agua para consumo y uso personal y en el hogar como criterio social; seguido de la

consideración al juicio económico cuyo objetivo busca disminuir el gasto por el consumo de agua embotellada con un valor del 0,78 como coeficiente de peso; finalmente el criterio de fortalecimiento institucional con el objetivo de mejoramiento de la calidad del equipo como objetivo, alcanzó un coeficiente de peso del 0,69; se ubicó como última consideración.

4.2.4 Evaluación de Resultados.

Para realizar la evaluación de los resultados obtenidos y visualizar de una manera efectiva los beneficios de la implementación de la planta de tratamiento desde el punto de vista social, es menester señalar que según los datos obtenidos de la matriz de estimación de variables y cálculo de peso en el apartado anterior, sustentando el objetivo de esta propuesta, el criterio de salubridad, cuyo objetivo es la búsqueda de la disminución de casos de la población afectada por enfermedades, ocasionado posiblemente por la ingesta o el uso del agua potable disponible actualmente, dicho indicador alcanzó un coeficiente de peso del 1,02, ubicándose en el primer lugar de la evaluación; seguido con un coeficiente de peso 0,89 el criterio social cuyo objetivo es el mejoramiento del agua para consumo y uso personal y en el hogar.

En relación al indicador de salubridad y conforme lo respaldan las cifras presentadas por la Organización Mundial de la Salud en su documento “Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud; HECHOS Y CIFRAS - actualización de noviembre de 2004”, en donde manifiesta que: “La mejora de la calidad del agua de bebida mediante el tratamiento del agua doméstica, por ejemplo con la cloración en el punto de consumo, puede reducir en un 35% a un 39% los episodios de diarrea” (OMS, 2004).

Según estudios realizados, la bacteria *Escherichia coli* (HEALTHCARE & Bermejo, 2017), presente en el agua potable que se abastece actualmente en la Brigada Napo según los análisis de laboratorio, es la causante de cerca del 80 % de las infecciones urinarias ambulatorias, por lo que al implementarse la planta de tratamiento de agua, esta bacteria se eliminaría, disminuyendo considerablemente el número de afectados por estas enfermedades; sin embargo, por motivos de cálculo se considerará solo el 75% de disminución, ya que según los mismos estudios existen otros factores que influyen en la aparición de estas enfermedades.

No existen datos certeros que confirmen el porcentaje de incidencia del agua en las enfermedades dermatológicas, por lo que para el cálculo de beneficiarios en el criterio de salubridad, únicamente se consideró los porcentajes citados anteriormente.

Tabla 36. Cálculo de disminución de enfermedades

ESTIMADO DE GASTOS POR PAGO DE MEDICINA							
ENFERMEDADES	POBLACION	% PERSONAL AFECTADO (ENFERMEDAD) ENCUESTA	TOTAL PERSONAL AFECTADO ESTIMADO	% ESTIMADO DE AFECTADOS POR AGUA CONTAMINADA	PERSONAL ESTIMADO AFECTADO	% DISMINUCIÓN DE CASOS SEGÚN OMS	DISMINUCIÓN DE CASOS SEGÚN OMS
GASTROINTESTINALES	4950	31,94%	1581	55%	870	35%	305
DERMATOLÓGICAS	4950	43,05%	2131	92%	1960		0
GENITOURINARIAS	4950	33,33%	1650	95%	1567	75%	1175
		TOTAL	5362		4397	TOTAL	1480
						PORCENTAJE	27,60%

Fuente:

Elaborado por: Autor

Como se puede apreciar, de acuerdo a los cálculos realizados con la implementación de la planta purificadora presentada en esta propuesta, se disminuirían 1480 casos lo que representa un 27,60 % del estimado de la población afectada por enfermedades producidas por consumo y/o uso del agua distribuida actualmente.

CONCLUSIONES

- Uno de los principales derechos humanos, es la accesibilidad al consumo de agua en óptimas condiciones para los seres vivos, sin embargo, este trabajo investigativo constató, que aún no se ha logrado este objetivo en la Brigada de Selva 19 “Napo”, pues debido a las características y condiciones administrativas, económicas y técnicas de la zona no lo han propiciado, a pesar de ser un sector del país generosamente dotado de fuentes o recursos hidrográficos que permitirían alcanzar con mucha facilidad esta meta, corroborando los resultados obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, en su reporte “Medición de los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (O.D.S) del Agua, Saneamiento e Higiene (ASH)”.
- La garantía de un agua inofensiva y de calidad, se fundamenta en la aplicación de procedimientos efectivos para eliminar la contaminación durante el proceso de potabilización, pues los componentes microbianos, químicos o físicos del agua pueden afectar directamente la constitución de este líquido vital, su olor o sabor, los cuales sirven como factor de evaluación de aceptación y calidad para quien la consume.
- Luego de la investigación de campo conforme a lo establecido en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente de nuestro país (TUSLA), en concomitancia con la norma técnica: “Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), 4ta. Edic”, se estableció que la planta de tratamiento de agua potable de la Brigada de Selva 19 “Napo”, no cumple de manera efectiva con el proceso de purificación del líquido vital, como lo demuestran los resultados de los análisis efectuados a las muestras de agua, obtenidos y proporcionados por el Laboratorio de suelos, aguas y plantas.
- Además, se pudo observar que esta planta de tratamiento no cuenta con un sistema óptimo de purificación, ya que el agua no recibe el tratamiento suficiente, por tanto no permite su utilización en algunas actividades debido a la cantidad de arena, suciedad, residuos y bacterias que contiene.
- En base a la situación actual del agua proporcionada por la planta y en base a la situación de la fuente de agua, se realizó la solicitud a varios proveedores se proporcione las características de plantas purificadoras de agua idóneas en lugar de la existente en la Brigada de Selva 19 “Napo”, para posteriormente realizar las comparaciones de funcionamiento, resultados y adaptabilidad a las condiciones de la fuente / toma de agua, meteorológicas y del terreno de la zona, luego de lo cual

se eligió la planta más efectiva para presentarla como propuesta de diseño para la implementación de la planta de purificación de agua del Fuerte militar.

- La población en su totalidad solo utiliza el agua para limpieza de los utensilios de cocina y del hogar, con un 93% la población la utiliza para el aseo y cuidado corporal, en un menor porcentaje del 61% la utilizan para la limpieza de los alimentos, es importante señalar que debido a las condiciones físicas que presenta el agua no se emplea para beber, pero en un pequeño porcentaje equivalente al 15% la utilizan para la preparación y cocción de los alimentos.
- Debido a las malas condiciones que presenta el líquido vital que proporciona la planta existente, la población de la Brigada de Selva 19 “Napo” se ha visto obligada a optar por la adquisición de agua embotellada como opción de abastecimiento.
- A diferencia del agua potable que proporciona la unidad militar, el agua embotellada es utilizada por todos los encuestados para beber, la limpieza y preparación de los alimentos; además, algo a destacar es el uso de esta agua por un 49% de los encuestados para el aseo personal y cuidado corporal.
- Se determinó que el agua que se consume en esta unidad militar, si es un factor importante para la proliferación de enfermedades gastrointestinales, genitourinarias y dermatológicas en la población que utiliza este líquido vital, conforme lo respaldan los resultados obtenidos en la encuesta, con la cual se estableció que el 78% de los consultados, manifestaron haber padecido alguna(s) de las enfermedades anteriormente mencionadas, a causa del uso o consumo del agua que proporciona la actual planta de tratamiento en el último año.
- Al realizar la evaluación económica de la presente propuesta se determinó que el factor Costo / Beneficiario, es decir el valor necesario para satisfacer la necesidad de un individuo de la población, para la planta actual este factor es 56,83 y de la presente propuesta su factor alcanza el 40,47.
- La prioridad de este diseño, está orientado a proporcionar agua de calidad para el consumo humano, por lo que luego de la respectiva evaluación desde el punto de vista social, la implementación de la planta de tratamiento se justifica, por estar orientada a la disminución de casos de enfermedades, ya que este criterio alcanzó un factor de peso de 1.08, seguido del mejoramiento del agua para consumo, uso personal y en el hogar con un factor del 0.95, a continuación se encuentra con un valor de 0.74 la mejora de los equipos y en último lugar la disminución de gasto por consumo de agua embotellada con un 0,59.

- Al final de esta investigación se logró establecer el diseño de la planta de tratamiento más idónea, que cumple con los parámetros establecidos en la normativa legal vigente.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se proponen luego del presente trabajo de investigación son:

- Es necesario considerar este diseño para mejorar el funcionamiento de la planta de tratamiento de la Brigada de Selva 19 “Napo”.
- Continuar con el monitoreo periódico del agua potable mediante la aplicación de pruebas de laboratorio, a fin de mantener el estándar de calidad del agua instituidos en la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud.
- Realizar campañas de concientización del uso adecuado del agua, con el propósito de disminuir el uso inadecuado de este líquido vital y evitar su desperdicio.
- La calidad de agua en la región amazónica se puede mejorar con la masificación de proyectos similares al presentado en este trabajo, a fin de proporcionar agua en condiciones óptimas de consumo disminuyendo el nivel de enfermedades y mejorando la salud.

BIBLIOGRAFÍA

- Cohen, Ernesto; Martínez, Rodrigo. (2005). *Red de Desarrollo Social de América Latina y el Caribe CEPAL/ONU*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de División de Desarrollo Social , REDESOC:
<http://dds.cepal.org/redesoc/portal/publicaciones/ficha/?id=242>
- Distrito Educativo Zona 2, J. d. (02 de septiembre de 2017). Proyectos de implementación de infraestructura educativa y docente en el Coca. (J. F. Bolaños, Entrevistador)
- FAQ de los Pasos de la purificación del agua*. (s.f). Recuperado el 14 de agosto de 2017, de LENNTECH: <https://www.lenntech.es/pasos-en-purificacion-del-agua.htm>
- H.B IV - DE "AMAZONAS", H. D. (2017). *Informe estadístico de enfermedades infecciosas años 2015 y 2016, repercusiones, tratamiento*. Pto. Fco Orellana. Recuperado el 13 de julio de 2017
- HEALTHCARE, W., & Bermejo, N. (01 de agosto de 2017). *Revista de Salud y Bienestar - Infecciones Urinarias*. Recuperado el 01 de febrero de 2018, de <https://www.webconsultas.com/infecciones-urinarias/causas-de-las-infecciones-urinarias-608>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, I. (15 de MAY de 2017). *Ecuador en cifras*. Recuperado el 29 de ENE de 2017, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores%20ODS%20Agua,%20Saneamiento%20e%20Higiene/Presentacion_Agua_2017_05.pdf
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, I. (15 de mayo de 2017). *Ecuador en cifras*. Recuperado el 05 de marzo de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/comunicamos/>
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, E. (07 de ABRIL de 2015). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, Recurso agua. Quito. Recuperado el 24 de enero de 2017, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/34/LIBRO%20VI%20Anexo%201%20Normas%20Recurso%20Agua.docx>
- OMS. (noviembre de 2004). *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud; HECHOS Y CIFRAS*. Recuperado el 01 de febrero de 2018, de http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/
- OMS. (2011). Guías para la Calidad del Agua Potable. Ginebra, Suiza: Ediciones de la OMS. Recuperado el 25 de enero de 2017, de http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq3/es/
- ONU. (1948). ASAMBLEA GENERAL. *DECLARACIÓN UNIVERSAL DE DERECHOS HUMANOS*. GINEBRA. Recuperado el 25 de enero de 2017, de <http://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/>
- ONU. (07 de FEB de 2014). Observación General N °15 El Derecho al Agua. *DECENIO INTERNACIONAL PARA LA ACCIÓN "AGUA FUENTE DE VIDA"*

2005-2015. GINEBRA. Recuperado el 24 de ENE de 2016, de
http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml

Sulca, E. (2017). *Propuesta de Planta de Tratamiento de Agua Potable*. CULLIGAN WATER PROJECTS S.A, DIVISIÓN INDUSTRIAL. QUITO: CULLIGAN WATER PROJECTS S.A. Recuperado el 28 de NOVIEMBRE de 2017, de
<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=wm#label/MAESTRIA/15fdb0c7a606b748>

ANEXOS

Anexo A

Análisis de Laboratorio 1: Muestra de agua de consumo, llave de la cocina de una de las viviendas de personal militar y la otra del reservorio de la planta de tratamiento

 LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593) 06- 2881105		 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE 20 07-063 LABORATORIO DE ENSAYOS
	INFORME DE ENSAYO N°: 102 813		
	SPS: 16 – 3 367	Análisis de agua	

Coca, 28 de octubre de 2016

BRIGADA DE SELVA 19 DE NAPO.

Atn: Cml. Mateus Gallardo.
Dirección: Coca.

1.- Datos generales:

Recogidas por
 Fecha hora de toma de muestra 2 016 10 21 10:50.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 016 10 21 11:00.
 Fecha del análisis 2 016 10 21 a 2 016 10 28
 Condiciones Ambientales de Análisis.. T. Máx: 26,5°C T. Mín: 21,0°C
 Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 3 343 Muestra de Agua de Consumo, Bloques de departamentos 1K cocina.

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 3 343	Límite máximo Permisible	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Color aparente	PtCo	< 15	15	PEE-LABSU-84	HACH 8025	± 25%
2	Cloro libre residual	mg/L	< 0,30	0,3 - 1,5	PEE-LABSU-07	SM 4500 Cl G	± 23%
3	Nitritos (NO ₂)	mg/L	< 0,10	3,0	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO ₂ B	± 22%
4	Nitratos (NO ₃)	mg/L	< 1,0	50	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO ₃ B	± 26%
5	*Fluoruros	mg/L	< 0,10	1,5	PEE-LABSU-78	HACH 8029	~
6	Arsénico	mg/L	< 0,005	0,01	PEE-LABSU-34	EPA 3050B, SM 3114C	± 25%
7	Bario	mg/L	< 0,30	0,7	PEE-LABSU-22	SM 3030 B, 3111 D	± 32%
8	*Cadmio	mg/L	< 0,003	< 0,003	PEE-LABSU-20	SM 3030 B, 3111 B	~
9	*Cromo (total)	mg/L	< 0,05	0,05	PEE-LABSU-21	SM 3030 B, 3111 B	~
10	*Cianuro libre	mg/L	< 0,010	0,07	PEE-LABSU-36	HACH 8027	~
11	Cobre	mg/L	< 0,20	2,0	PEE-LABSU-26	SM 3030 B, 3111 B	± 22%
12	*Mercurio	mg/L	< 0,002	0,006	PEE-LABSU-11	SM 3030 B, 3112 B	~
13	Níquel	mg/L	< 0,10	0,07	PEE-LABSU-23	SM 3030 B, 3111 B	± 24%
14	*Plomo	mg/L	< 0,01	0,01	PEE-LABSU-24	SM 3030 B, 3111 B	~
15	Selenio	mg/L	< 0,005	0,04	PEE-LABSU-34	EPA 3050B, SM 3114C	± 21%
16	Turbiedad	NTU	< 5,00	5	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
17	*Aerobios mesófilos	Col/ mL	0	**	PEE-LABSU-47	MFLP-41A	~
18	*Hongos	Col/100 ml	0	**	PEE-LABSU-45	MFLP-41A	~
19	*Levaduras	Col/100 ml	0	**	PEE-LABSU-45	MFLP-41A	~
20	Coliformes totales	Col/100 mL	< 2	**	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
21	Coliformes fecales	Col/100 mL	< 2	Ausencia	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 20%
22	*Escherichia coli	Col/100 mL	< 2	**	PEE-LABSU-46	SM 9222 B	~

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, agua potable requisitos. NTE INEN 1108:2014.

⊗ Cuando se utiliza cloro como desinfectante y luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos. Valores reportados como < 2 significa que no se observaron colonias. ** No establecido en la tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Ing. Viviana Lara Villegas.
DIRECTOR TÉCNICO



Ing. Homero Vela W.
RESPONSABLE CALIDAD

Nota: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a control.

Análisis de Laboratorio 2: Muestra de agua de consumo, llave de la cocina de una de las viviendas de personal militar y la otra del reservorio de la planta de tratamiento.

 LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE 2C 07-003 LABORATORIO DE ENSAYOS
	INFORME DE ENSAYO N°: 102 812		
	SPS: 16 – 3 367	Análisis de agua	

Coca, 28 de octubre de 2016

BRIGADA DE SELVA 19 DE NAPO.

Atn: Cnrl. Mateus Gallardo.
Dirección: Coca.

1.- Datos generales:

Recogidas por
 Fecha hora de toma de muestra 2 016 10 21 10:50.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 016 10 21 11:00.
 Fecha del análisis 2 016 10 21 a 2 016 10 28
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Máx: 26,5°C T. Min: 21,0°C
 Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 3 342 Muestra de Agua de Consumo, Planta de Tratamiento (reservorio)

2.- Resultados / Parámetros y métodos / Referencias:

Item	Parámetros	Unidad	a 3 342	Límite máximo Permisible	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Color aparente	PtCo	< 15	15	PEE-LABSU-84	HACH 8025	± 25%
2	Cloro libre residual®	mg/L	< 0,30	0,3 - 1,5	PEE-LABSU-07	SM 4500 Cl G	± 23%
3	Nitritos (NO ₂)	mg/L	< 0,10	3,0	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO ₂ B	± 22%
4	Nitratos (NO ₃)	mg/L	< 1,0	50	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO ₃ B	± 26%
5	*Fluoruros	mg/L	< 0,10	1,5	PEE-LABSU-78	HACH 8029	~
6	Arsénico	mg/L	< 0,005	0,01	PEE-LABSU-34	EPA 3050B, SM 3114C	± 25%
7	Bario	mg/L	< 0,30	0,7	PEE-LABSU-22	SM 3030 B, 3111 D	± 32%
8	*Cadmio	mg/L	< 0,003	< 0,003	PEE-LABSU-20	SM 3030 B, 3111 B	~
9	*Cromo (total)	mg/L	< 0,05	0,05	PEE-LABSU-21	SM 3030 B, 3111 B	~
10	*Cianuro libre	mg/L	< 0,010	0,07	PEE-LABSU-36	HACH 8027	~
11	Cobre	mg/L	< 0,20	2,0	PEE-LABSU-26	SM 3030 B, 3111 B	± 22%
12	*Mercurio	mg/L	< 0,002	0,006	PEE-LABSU-11	SM 3030 B, 3112 B	~
13	Níquel	mg/L	< 0,10	0,07	PEE-LABSU-23	SM 3030 B, 3111 B	± 24%
14	*Plomo	mg/L	< 0,01	0,01	PEE-LABSU-24	SM 3030 B, 3111 B	~
15	Selenio	mg/L	< 0,005	0,04	PEE-LABSU-34	EPA 3050B, SM 3114C	± 21%
16	Turbiedad	NTU	< 5,00	5	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
17	*Aerobios mesófilos	Col/ mL	0	**	PEE-LABSU-47	MFLP-41A	~
18	*Hongos	Col/100 ml	0	**	PEE-LABSU-45	MFLP-41A	~
19	*Levaduras	Col/100 ml	0	**	PEE-LABSU-45	MFLP-41A	~
20	Coliformes totales	Col/100 mL	< 2	**	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
21	Coliformes fecales	Col/100 mL	< 2	Ausencia	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 20%
22	*Escherichia coli	Col/100 mL	< 2	**	PEE-LABSU-46	SM 9222 B	~

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, agua potable requisitos. NTE INEN 1108:2014.

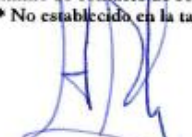
® Cuando se utiliza cloro como desinfectante y luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.

Valores reportados como < 2 significa que no se observaron colonias. ** No establecido en la tabla.

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
 Ing. Viviana Lara Villegas.
 DIRECTOR TECNICO




 Ing. Homero Vela W.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Anexo B

Cuadro 1. Resultados de Análisis de laboratorio de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, evaluación mensual en las plantas de tratamiento, nov-016

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN																					
PARÁMETROS OPERATIVOS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA EN PLANTAS DE TRATAMIENTO																					
PERÍODO: NOVIEMBRE 2016																					
PARÁMETRO	UNIDAD	Ronda trimestral Índice control Índice max. permisible	Método de análisis	BELLAVISTA		NOR-OCCIDENTE		RUMIPAMBA		UYACHUL		GUALEA		EL PLACER		TOCTRUCO		CHILIBULO		TOROHUICO	
				CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA
PARÁMETROS FÍSICOS																					
Color	UTC	15	Comparación visual Platino Cobalto	35	1	25	1	30	3	20	0	8	0	41	5	20	5	20	5	25	5
Turbiedad	NTU	5	Nefelométrico	4,51	0,86	3,02	0,40	3,78	0,50	2,85	0,58	0,48	0,34	8,10	0,41	2,52	0,36	2,70	1,14	4,42	0,17
PARÁMETROS INORGÁNICOS																					
FLUORUROS (F ⁻)	mg/l	1,5	Espectrofotométrico -Spadns-	-	0,00	-	0,05	-	0,00	-	0,07	-	0,00	-	0,17	-	0,18	-	0,24	-	0,17
NITRITOS (NO ₂ ⁻)	mg/l	3,0	Espectrofotométrico -Diazotación-	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
NITRATOS (NO ₃ ⁻)	mg/l	50	Espectrofotométrico -Reducción cadmio-	1,70	0,20	0,80	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	1,30	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
CLORO LIBRE RESIDUAL (Cl ₂)	mg/l	0,3 - 1,5	Colorimétrico -DPD-	-	1,20	-	1,02	-	1,23	-	1,18	-	1,21	-	1,21	-	1,19	-	-	-	1,25
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS																					
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1,1	Enzima sustrato definido -Tubos múltiples-	139	<1,1	14	<1,1	5	<1,1	20	<1,1	12	<1,1	381	<1,1	224	<1,1	730	<1,1	64	<1,1
Nota: * <1,1 significa que en el ensayo del NMP ninguno de la serie de tubos analizados fue positivo																					

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN PARÁMETROS OPERATIVOS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA EN PLANTAS DE TRATAMIENTO PERÍODO: NOVIEMBRE 2016																									
PARÁMETRO	UNIDAD	RÚNDA TRIMESTRAL 11/09/2011 Índice control Índice max. permissible	MÉTODO DE ANÁLISIS	PUENGASI		CONOCOTO		EL TROJE		TESALIA		FILTROS PICHINCHA SUR		PALUGUILLO		CHECA		YARUGUI		EL QUINCHE		QUAYLLABAMBA		IGUÍÑARO PAQUETE	
				CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA	CRUDA	TRATADA
PARÁMETROS FÍSICOS																									
Color	UTC	15	Comparación visual Platino Cobalto	39	1	33	0	30	6	2,5	2,5	2,5	2,5	28	3	38	3	32	3	72	4	35	3	67	4
Turbiedad	NTU	5	Nefelométrico	7,10	0,60	4,54	0,27	3,90	1,00	0,54	0,35	0,55	0,68	6,45	0,45	4,02	0,24	5,18	0,33	11,87	1,14	5,76	0,70	16,49	1,14
PARÁMETROS INORGÁNICOS																									
FLUORUROS (F ⁻)	mg/l	1,5	Espectrofotométrico -Spadns-	0,40	0,05	0,05	0,00	-	0,24	-	0,14	-	0,16	-	0,15	-	0,18	-	0,24	-	0,16	-	0,36	-	0,18
NITRITOS (NO ₂ ⁻)	mg/l	3,0	Espectrofotométrico -Diazotación-	0,004	0,001	0,003	0,001	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
NITRATOS (NO ₃ ⁻)	mg/l	50	Espectrofotométrico -Reducción cadmio-	-	0,45	-	0,35	1,08	0,50	2,50	1,55	2,40	2,75	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
CLORO LIBRE RESIDUAL (Cl ₂)	mg/l	0,3 - 1,5	Colorimétrico -DPD-	-	1,33	-	1,21	-	1,16	-	1,29	-	1,24	-	1,15	-	1,12	-	1,11	-	1,16	-	1,12	-	1,13
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS																									
COLIFORMES FECALÉS	NMP/100 ml	< 1,1	Enzima sustrato definido -Tubos múltiples-	7	<1,1	2	<1,1	20	<1,1	<2	<1,1	<2	<1,1	384	<1,1	96	<1,1	17068	<1,1	167	<1,1	15547	<1,1	34	<1,1
Nota: * <1,1 significa que en el ensayo del NMP ninguno de la serie de tubos analizados fue positivo																									

Nota: * <1,1 significa que en el ensayo del NMP ninguno de la serie de tubos analizados fue positivo

Anexo C

Cuadro 2. Resultados presentados por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, evaluaciones mensuales de la red de distribución del D.M de Quito, nov-016



RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Periodo: 1 al 30 de Noviembre de 2016

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento informa la calidad del agua potable que está disponible en el abastecimiento de las conexiones domiciliarias en el DMQ, en base de los muestreos y análisis realizados en los tanques y redes de distribución.

Los resultados se expresan con el mismo número de decimales que los de la norma INEN 1108 vigente.

Parámetros	Unidades	Número de Análisis Realizados	Límite Máximo Permisible NTE INEN 1108 vigente	% de muestras que exceden el LMP	Promedio	Cumple
TURBIEDAD	NTU	274	5	0,00%	1	SI
COLOR	UC	274	15	0,00%	2	SI
COLOR LIBRE RESIDUAL	mg/L	274	0,3 a 1,5	0,73%	1,0	SI
ESCHERICHIA COLI	NMP/100ml	78	< 1,1	0,00%	0,00	SI

Metodología de muestreo: Muestras aleatorias ubicadas en 274 sectores de todo DMQ

Recomendamos a los usuarios que tomen medidas para preservar la calidad del agua al interior de sus hogares con las siguientes medidas:

- Mantenimiento y reemplazo de las tuberías internas del domicilio para evitar óxidos y otras sustenacias ocasionadas por su corrosión
- Limpieza y desinfección de cisternas o depósitos internos, este trabajo es recomendable ejecutarlo entre 3-6 meses según tamaño y ubicación.
- Reemplazar tuberías rotas para evitar la contaminación del agua potable

Fuente:

Sistema Automático de Manejo de Información (SAMI)

Anexo D

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Maestría en Gestión de Proyectos

Proyecto de Diseño de implementación de una Planta de tratamiento de agua potable para la Brigada de Selva 19 "Napo"

ENCUESTA

El siguiente cuestionario es parte de un proyecto de investigación, que busca determinar el consumo del agua potable y envasada, del personal militar y dependiente, en el Fuerte Militar "Napo", y su incidencia en la salud.

U.E. "Capt. Giovanni Calles"

Vivienda Militar

N°

Familia / Unidad militar

Datos Generales				Consumo de agua						Enfermedades	
1. Nombre de los miembros del hogar	2. Género	3. Edad	4. Nivel de Instrucción	5. En el hogar utilizan el agua potable que proporciona la Brigada de Selva 19 "Napo" para:	6. Considera que el agua potable que consume es limpia y segura?	7. ¿Consume agua embotellada (bidones)?	8. ¿Cuál es el valor que paga por bidón?	9. ¿Cuántos bidones adquiere a la semana?	10. ¿En el hogar utilizan el agua de los bidones para:	11. ¿Los miembros de su familia han sufrido enfermedades en el último año? Ver tipo pregunta 12	12. Especifique qué tipo de enfermedad (por miembro de hogar)
	Masculino (1) Femenino (2)				Sí (1) No (2)	Sí (1) No(2)				Sí (1) No (2)	
			Ninguno (0) Primaria (1) Secundaria (2) Superior (3)	Beber (1) Limpieza de alimentos (2) Preparación y cocción de alimentos (3) Aseo personal y cuidado corporal (4) Limpieza de utensilios de cocina (5) Aseo y limpieza del hogar (6)		Si la respuesta es <u>SÍ</u> pase a la siguiente pregunta, si responde <u>NO</u> pase a la pregunta 11			Beber (1) Limpieza de alimentos (2) Preparación y cocción de alimentos (3) Aseo personal y cuidado corporal (4) Limpieza de utensilios de cocina (5) Aseo y limpieza del hogar (6)	Si la respuesta es <u>SÍ</u> pase a la pregunta 12 y 13, si responde <u>NO</u> termine la encuesta	Infecciones Gastrointestinales (1) Dermatológicas- Enfermedades de la piel (2) Infecciones Genito- Urinarias (3)
Total de miembros del hogar (solo para encuestador)				13. Considera que el agua potable puede ser causante de estas enfermedades?						Sí (1) No (2)	

