

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(134)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	VICKY PAOLA DUARTE MARTINEZ; FERNEY AGUSTÍN GARCIA SOLARTE		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	GUSTAVO ELBERTO EPALZA SÁNCHEZ		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS Y SU AFECTACIÓN CAUSADA POR LAS ACTIVIDADES DOMÉSTICAS Y DE EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS, EN LA VEREDA CAMPO ALEGRE DEL MUNICIPIO DE PUERTO ASÍS, PUTUMAYO		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EN ESTE PROYECTO SE EVALÚA LA CALIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS PRESENTES EN LA VEREDA CAMPO ALEGRE DEL MUNICIPIO PUERTO ASÍS, PUTUMAYO CON EL CÁLCULO DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS, Y LOS ÍNDICES DE CALIDAD PROPUESTOS POR EL IDEAM PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS CUERPOS HÍDRICOS. EN ESTE PROYECTO SE PUDO EVIDENCIAR QUE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE DICHA POBLACIÓN, PRESENTAN UN ALTO GRADO DE CONTAMINACIÓN; PRINCIPALMENTE POR COLIFORMES FECALES, PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA Y ALTOS VALORES DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 134	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS Y SU
AFECTACIÓN CAUSADA POR LAS ACTIVIDADES DOMÉSTICAS Y DE EXPLOTACIÓN
DE HIDROCARBUROS, EN LA VEREDA CAMPO ALEGRE DEL MUNICIPIO DE
PUERTO ASÍS, PUTUMAYO

AUTORES:

VICKY PAOLA DUARTE MARTINEZ

FERNEY AGUSTIN GARCIA SOLARTE

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Director

GUSTAVO ELBERTO EPALZA SÁNCHEZ

M. Sc., Químico e Ingeniero Químico

Asesores

M. Sc. DIANA MILENA VALDES SOLANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Enero, de 2017

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a DIOS por darme fortaleza, vida y amor para lograr mis objetivos, a mi madre Luz Estella Solarte que siempre me da motivado y apoyado en todo; y a cada una de mis hermanos por ser ese ejemplo a seguir.

A mi padrino Fernando Narváez por sus consejos, apoyo y ánimo; quien se convirtió en más que un padrino en un amigo y padre.

A mi compañera de trabajo quien en los momentos difíciles mantuvo la calma y fue fundamental para lograr esta meta.

Ferney Agustín García Solarte

A Dios por guiarme y permitirme crecer como persona.

A mi madre Elcy Martínez por ser mi apoyo incondicional en el logro de mis metas por la orientación y ser la fuerza para seguir adelante cada día, a mis hermanos por darme el aliento necesario para nunca decaer,

A nuestro director y asesora por guiarnos y dedicación para realizar este trabajo. De manera muy especial agradezco a mi compañero de trabajo y a cada una de las personas que hicieron parte de este gran logro.

Vicky Paola Duarte Martínez

Índice

Introducción	xi
Capítulo 1. Título	1
1.1. Planteamiento Del Problema	1
1.2. Formulación Del Problema	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.	3
1.4. Justificación.....	4
1.5. Hipótesis	5
1.6. Delimitaciones.....	5
1.6.1 Delimitación Conceptual.	5
1.6.2. Delimitación Operativa.	6
1.6.3. Delimitación Temporal.....	6
1.6.4. Delimitación Geográfica.....	6
Capítulo 2. Marco Referencial.....	7
2.1. Marco Histórico	7
2.2. Marco Contextual.....	11
2.3. Marco Conceptual	13
2.3.1 Criterios de Calidad del Agua.	19
2.3.2 Propiedades Físicas del Agua.....	20
2.3.3 Propiedades Químicas del Agua.	21
2.3.4 Contaminación Microbiana de las Aguas.	23
2.3.5 Contaminación del Agua Subterránea.....	24
2.3.6 Contaminación de las Aguas por Hidrocarburos.	25
2.4 Marco Teórico.....	26
2.5 Marco Legal	29
Capítulo 3. Metodología de la Investigación	33
3.1 Diseño Metodológico.....	33
3.2 Población y Muestra	34
3.2.1 Población.	34
3.2.2 Muestra.....	34
3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información	34
3.4 Análisis de la Información	38
Capítulo 4. Resultados y Discusiones	41
4.1 Panorama de la situación Actual de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos en La vereda Campo Alegre, Municipio de Puerto Asís, Putumayo.	41
4.1.1 Geomorfología.....	41
4.1.2 Pendientes.....	41
4.1.3 Paisaje.....	42
4.1.4 Caracterización del suelo.	42

4.1.5 Zonas de vida.	44
4.1.6 Fauna.....	45
4.1.7 Hidrología.....	46
4.1.8 Unidades Hidrogeológicas.	49
4.1.9 Localización del área de estudio.....	50
4.1.10 Descripción Del Área.....	52
4.2 Evaluación fisicoquímica y microbiológica de los pozos subterráneos (aljibes) y la quebrada de la vereda Campo Alegre	58
4.2.1 Resultados Parámetros Físicos.	58
4.2.2 Resultados De Parámetros Químicos.....	66
4.2.3 Resultados parámetros microbiológicos.....	78
4.3 Variación del nivel del agua disponible en los pozos subterráneos de la vereda, y el caudal de la subcuenca quebrada Campo Alegre en periodo de invierno y verano.	81
4.4 Índices de contaminación (ICOs) en la evaluación de la calidad del agua de los pozos subterráneos de la vereda y de la quebrada Campo Alegre	89
4.5 Alternativas que pueden ser utilizadas en la zona para el suministro de agua apta para consumo humano	96
Capítulo 5. Conclusiones	98
Capítulo 6. Recomendaciones	100
Referencias Bibliográficas.....	102
Referencias Electrónicas	104
Apéndices.....	107

Lista De Tablas

Tabla 1. Tipos De Uso Actual Del Suelo De La Vereda Campo Alegre	42
Tabla 2. Especies Florísticas Asociadas En El Área De Estudio.	44
Tabla 3. Parámetros Físicos De Ph, Color Aparente, Conductividad Y Sólidos	58
Tabla 4. Resultados De Parámetros Químicos De Nitratos, Nitritos Y Sulfatos	66
Tabla 5. Resultados De Alcalinidad Total (At,) Dureza Total (Dt), Oxígeno Disuelto (Od) Y Demanda Bioquímica De Oxígeno (Dbos).....	71
Tabla 6. Resultados De Grasas Y Aceites De Los Puntos Muestreados En La Vereda Campo Alegre	75
Tabla 7. Resultados De Hidrocarburos.....	79
Tabla 8. Resultados De Coliformes Totales (Ct) Y Coliformes Fecales (CF) De Los Puntos Muestreados En Los Aljibes Y La Subcuenca Quebrada Campo Clegre	82
Tabla 9. Volumen De Los Pozos Subterráneos (Aljibes) Muestreados En Tiempo De Invierno ..	84
Tabla 10. Volumen De Los Pozos Subterráneos (Aljibes) Muestreados En Tiempo De Verano ..	87
Tabla 11. Caudal De La Subcuenca Quebrada Campo Alegre	90
Tabla 12. Resultados Del Calculo Del Icomo	92
Tabla 13. Resultados Del Cálculo Del Icomi	94
Tabla 14. Resultados Del Cálculo Del Icosus	94

Lista de figuras

Figura 1. Área Hidrológica Ríos Amazonas Y Putumayo.	48
Figura 2. Unidades Hidrogeológicas	50
Figura 3. Localización General Vereda Campo Alegre	54
Figura 4. Resultado De Encuesta.	53
Figura 5. Resultados De Ph De Aljibes Y Subcuenca Quebrada Campo Alegre	60
Figura 6. Resultados De La Conductividad Puntos Muestreados De La Vereda Campo Alegre ..	62
Figura 7. Resultados Del Color Aparente De Los Puntos Muestreados Vereda Campo Alegre. ..	63
Figura 8. Resultados De Sólidos Totales De Los Aljibes Y Subcuenca Quebrada Campo Alegre	65
Figura 9. Resultados Nitratos, Nitritos Puntos De Aljibes Y Subcuenca Quebrada Campo Alegre	69
Figura 10. Resultados De Sulfatos De Aljibes Y Subcuenca Quebrada Campo Alegre.....	70
Figura 11. Resultados Alcalinidad Total (At) Y Dureza Total (Dt).....	73
Figura 12. Resultados Parámetros De Oxígeno Disuelto (Od) Y Demanda Bioquímica De Oxígeno (Db _{o5})	74
Figura 13. Resultados De Grasas Y Aceites De Aljibes Y Subcuenca Quebrada Campo Alegre .	77
Figura 14. Resultados Coliformes Totales Y Coliformes Fecales.	81
Figura 15. Representación De Un Aljibe Para Calcular El Volumen	84
Figura 16. Variación De Los Niveles De Agua De Los Aljibes Muestreados En Tiempo De Invierno Y Verano.....	85
Figura 17. Resultados Del Icomo	91
Figura 18. Resultados Icomi.....	93
Figura 19. Resultados Icosus.....	95

Introducción

El agua es un recurso vital para el desarrollo de los seres vivos, para los seres humanos ha sido el recurso de mayor valor a lo largo de su historia, influyendo tanto en los lugares de asentamientos así como diversas actividades de producción. Sin embargo con nuestras actuaciones y formas de producción se ha generado una gran contaminación del recurso hídrico, afectando tanto su calidad como su disponibilidad en el tiempo; esto agravado con el fenómeno del cambio climático que ha provocado la desaparición total o parcial de muchas fuentes superficiales.

Es por esto que es importantes realizar estudios enfocados a análisis de calidad del agua donde se evidencien las afectaciones causadas por el hombre. En este estudio se realizó una evaluación de la fuente superficial y subterránea en la vereda Campo Alegre del municipio de Puerto Asís, Putumayo en tres (3) puntos de la quebrada del mismo nombre y en doce puntos subterráneos (aljibes), para lo cual se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos, y microbiológicos, para determinar mediante índices de contaminación del agua (ICOs); como los son los índices de contaminación por mineralización (ICOMI), índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), e índice de contaminación por solidos suspendidos (ICOSUS) la mayor contaminación de estas aguas.

Con base a los índices anteriormente evaluados se encontró un alto grado de contaminación del agua que destinan los habitantes para su consumo, por tanto se requiere de

acciones que permitan mejorar la calidad del agua, esto implica la construcción de infraestructuras para su potabilización así como un uso y ahorro eficiente del mismo.

Capítulo 1. Título

Evaluación de la Calidad de las Fuentes Hídricas y su afectación causada por las actividades domésticas y de explotación de Hidrocarburos, en la vereda Campo Alegre del Municipio de Puerto Asís, Putumayo.

1.1. Planteamiento Del Problema

En la vereda Campo Alegre ubicada en el municipio de Puerto Asís Putumayo, se está presentando una problemática con la calidad del agua para el consumo humano. En la actualidad, en esta comunidad su único método disponible de extracción de agua es por medio de pozos subterráneos (aljibes) y aunque cuenta con una fuente hídrica superficial, la vereda no posee un sistema de potabilización. El agua proveniente de dichos pozos subterráneos está presentando una capa aceitosa en su superficie proveniente posiblemente de residuos de hidrocarburos de los pozos petroleros cercanos. Además, muchos de los residuos domésticos de la zona se depositan en pozos sépticos, de los cuales pueden provenir contaminantes por infiltración.

Quizá el factor más importante es la concentración no cuantificada hasta el momento de Hidrocarburos totales que afluyen por capilaridad hasta la superficie, donde se produce una mezcla con las fuentes de agua destinadas al consumo humano. En consecuencia, se produce un deterioro en la calidad del agua consumida por los habitantes de la vereda Campo Alegre

quienes expresan posibles efectos sanitarios del agua sobre la salud; especialmente, problemas de la piel y patologías gastrointestinales.

Otro inconveniente que se presenta actualmente es la disminución paulatina de la cantidad de agua disponible en los pozos subterráneos y la disminución de caudal de la quebrada Campo Alegre (fuente hídrica superficial). Dicha disminución, puede estar causada por el incremento en el consumo por parte de los habitantes de la vereda que excede el flujo de agua subterránea hacia el pozo, o debido a que las compañías petroleras emplean estas aguas en procesos de recobro mejorado o de estimulación de pozos petroleros. El desbalance en el índice de escasez (relación Oferta-Demanda) ha provocado disminución del nivel freático del suelo; por tanto, los habitantes deben realizar excavaciones más profundas para encontrar el recurso. Aunado lo anterior, a mediano plazo, se puede traducir como pérdida en la calidad de vida y una reducción en la salud pública de la población que cuenta con 330 habitantes aproximadamente.

1.2. Formulación Del Problema

¿El agua de los pozos subterráneos (aljibes) o de la quebrada Campo Alegre presenta las condiciones de potabilización adecuadas para el consumo de los habitantes de la vereda Campo Alegre del municipio de Puerto Asís, Putumayo?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo General. Evaluar la calidad de las fuentes hídricas y su afectación causada por las actividades domésticas y de explotación de hidrocarburos en la vereda Campo Alegre del municipio de Puerto Asís, Putumayo.

1.3.2. Objetivos Específicos.

Conocer la situación actual de la vereda Campo Alegre en cuanto al recurso hídrico.

Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de los pozos subterráneos de la vereda, y de la quebrada Campo Alegre.

Emplear los índices de contaminación del agua (ICOs) como el ICOMI, ICOMO e ICOSUS, en la evaluación de la calidad del agua en los pozos subterráneos de la vereda y la quebrada Campo Alegre.

Evaluar la variación del nivel del agua disponible en los pozos subterráneos de la vereda, y el caudal de la quebrada Campo Alegre en un período de tiempo determinado

Proponer alternativas que puedan ser utilizadas en la zona para el suministro de agua apta para consumo humano.

1.4. Justificación

La calidad del agua y la salud humana se consideran esenciales en la prevención de enfermedades endémicas y en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes (Universidad de las Américas , 2015) . Deficiencias en los sistemas de distribución de agua asociadas con enfermedades adquiridas mediante la ingesta de agua contaminada son responsables de aproximadamente el 30% de los casos de muerte en América Latina, seis veces más que el porcentaje presente en los países desarrollados (Vázquez, Gutiérrez y Garrido Perez, 2003).

De igual manera, cabe resaltar que el agua subterránea es mundialmente importante para el consumo humano, y los cambios en su calidad pueden tener serias consecuencias. También es importante para el sustento de hábitats y para el mantenimiento de la calidad del flujo base que alimenta los ríos (Robles, Ramírez, Durán, Martínez y González, 2013).

Normalmente, las aguas subterráneas son consideradas limpias por la descarga natural que a menudo se filtra, pero esta consideración no aplica en la vereda Campo Alegre ya que la población de 97 familias está siendo afectada por las actividades socioeconómicas que allí se realizan.

Este proyecto plantea la evaluación de las fuentes hídricas de la vereda, como lo son los pozos subterráneos y la quebrada Campo Alegre, mediante la realización de pruebas

fisicoquímicas y microbiológicas y de aforos volumétricos, así como de la identificación de las fuentes de contaminación, para con ello plantear posibles soluciones para mejorar la calidad de vida de la población en cuanto al recurso hídrico.

1.5. Hipótesis

Las fuentes hídricas superficiales y subterráneas de la vereda campo Alegre, municipio de puerto Asís se ven afectadas por la fuerte contaminación representadas en infiltraciones de hidrocarburos totales procedentes del campo petrolero quinde y las infiltraciones de pozos sépticos cercanos. Por tanto, no son aptas para el consumo humano y requieren de un tratamiento convencional de potabilización.

1.6. Delimitaciones

1.6.1 Delimitación Conceptual. Para la realización del proyecto se van a tener en cuenta las siguientes palabras:

Calidad del agua.

Agua segura

Análisis físico-químico y microbiológico de aguas.

Aforo de cuerpos hídricos.

Abastecimiento de agua a poblaciones.

Población.

Contaminantes.

Hidrocarburos.

Pozos sépticos.

Pozos subterráneos.

Aljibe

Diagnostico Rural Participativo (DRP)

1.6.2. Delimitación Operativa. En este proyecto se realizarán aforos, estudios fisicoquímicos y microbiológicos de doce (12) cuerpos hídricos subterráneos y una (1) fuente superficial en la vereda Campo Alegre. Por otra parte, se efectuarán encuestas a la población para determinar la condición actual de los habitantes en cuanto a salud y disponibilidad de agua relacionadas al consumo directo de las fuentes de aguas evaluadas.

1.6.3. Delimitación Temporal. Los objetivos planteados en este proyecto, se realizarán en un periodo de cinco (5) meses, contados a partir de abril 2016 hasta septiembre 2016.

1.6.4. Delimitación Geográfica. El área de influencia directa (AID) del proyecto se encuentra ubicado en la vereda Campo Alegre del municipio de Puerto Asís del departamento del Putumayo con coordenadas geográficas $0^{\circ}24'51.80''$ N - $76^{\circ}34'48.11''$ O y los puntos que tomaremos para el análisis se observan en el Apéndice B.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1. Marco Histórico

Las fuentes de agua superficiales son eje de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales; no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan alteración y deterioro de las mismas. En general, las fuentes de agua están sometidas a contaminación natural (arrastre de material particulado y disuelto y presencia de materia orgánica natural) y de origen antrópico (descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros). (Molina Girón, 2013).

Del mismo modo, la utilización del agua subterránea se ha venido incrementando en el mundo desde tiempos atrás y cada día gana en importancia debido al agotamiento o no existencia de fuentes superficiales. Se estima que más de la mitad de la población mundial depende del agua subterránea como fuente de agua potable. Grandes ciudades como Bangkok, Mombara, Buenos Aires, Miami y Calcuta usan el agua subterránea para el abastecimiento de su población (Coughanowr, 1991).

Una quinta parte de la población mundial no tiene acceso a fuentes de agua segura. Cada día mueren 6 mil personas, en su mayoría niños, debido a agua contaminada. Aproximadamente el 70% de toda el agua dulce extraída para el uso humano se utiliza para

riego. Anualmente mueren más de un millón de personas a causa de la malaria. La mitad de humedales del mundo han desaparecido y la mayoría han sido destruidos en los últimos 50 años. Y, según estimaciones de Naciones Unidas, si persisten las tendencias actuales, para el año 2025 dos tercios de la población mundial sufrirá serios problemas de escasez de agua o prácticamente vivirá sin agua. Estos datos subrayan la urgencia para resolver los problemas que existen en cuanto al uso y manejo de un recurso natural vital para el planeta. (Mejia, 2008).

Entre estudios relacionados a las aguas subterráneas, se encuentra que en la Ciudad de México, el agua subterránea es casi la única fuente de agua potable. La explotación del acuífero ha producido una baja de los niveles piezométricos de casi un metro por año, lo que ha traído graves problemas de subsidencia en esta región (Otálvaro, 1999). Del mismo modo en México en Ocampo y Escobedo (2005), realizaron un estudio sobre protección de aguas subterráneas donde concluyeron que la circulación subterránea tiende a depurar el agua de partículas y microorganismos, pero en ocasiones estos llegan al acuífero por contaminación debida a los usos humanos, como fosas sépticas o residuos agrícolas. El agua subterránea puede contaminarse por otras causas antropogénicas (debidas a los seres humanos), como la infiltración de nitratos y otros abonos químicos muy solubles usados en la agricultura, que suele ser una causa grave de contaminación de los suministros en llanuras de elevada productividad agrícola y densa población (Quintero Rodriguez & Beatriz, 2009).

Perdomo C.H, Casanova O.N, y Ciganda V.S. (2001), Realizaron en Uruguay un estudio sobre contaminación de aguas subterráneas con nitratos y Coliformes en el litoral sudoeste de Uruguay donde pudieron determinar la identificación del grupo coliforme como indicadores.

Éstos son organismos habitualmente asociados al tracto intestinal, cuya presencia en el agua indica que el agua ha recibido una contaminación de origen intestinal; el número de Coliformes en una muestra se usa como criterio de contaminación y por lo tanto, de calidad sanitaria de la misma (Quintero Rodriguez & Beatriz, 2009).

No obstante, en el estudio de Calidad de aguas en Costa Rica, Carrasco, (2003) da a conocer la contaminación de las principales agua subterránea por presencia de pozos sépticos en la localidad de San José, en donde existen 300.000 tanques sépticos, que los convierte en elementos potenciales de contaminación de los acuíferos. De igual manera estudios realizados por la Contraloría General de la República y por expertos en la materia, le han señalado al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) la vulnerabilidad de los acuíferos y la falta de políticas oficiales para reducir el impacto de la contaminación. Donde en algunos sectores de la región se realizaron análisis y estudios bacteriológicos y físicos de la calidad del agua que han determinado la ausencia de nitratos, pero también se ha indicado que si en los próximos diez años no se corrige la situación de los tanques sépticos, la contaminación de materia fecal en los mantos acuíferos será una realidad y el daño a la salud pública será de consecuencias imprevisibles.

Así mismo, Arévalo, Sommer y Caporali manifiestan que unas de las evaluaciones de calidad del agua de zonas rurales más representativas del Perú fue un estudio que se realizó en los departamentos de Ancash, Apurímac, Cajamarca y Cusco, donde se evaluaron 80 sistemas rurales de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento que brindan servicio a 92 comunidades y que comprenden alrededor de 39,000 habitantes. El estudio determinó, entre

otros resultados, que sólo el 37.5 % de los sistemas visitados realiza la cloración del agua y a pesar de ello se encontraron coliformes termotolerantes en muestras tomadas en sus componentes, habiéndose verificado un gran deterioro en la calidad del agua, ya que la presencia de coliformes de un 12 % en las redes de distribución se eleva a un 67 % en el nivel intradomiciliario. Así mismo se encontró que el 63 % de los sistemas presentó un alto riesgo sanitario en cuanto a la infraestructura y al manejo intradomiciliario del agua. (Arévalo, Sommer , & Caporali, 1999).

Por otro lado, Marcos Sommer presenta en un artículo una situación crítica en Argentina en la Loma de la Lata, provincia del Neuquen, en el inmenso desierto patagónico se encuentra un yacimiento gasífero y petrolero, el más importante del país y uno de los mayores de América Latina, a cargo de la empresa española REPSOL. Los recursos mineros se explotan en el mismo sitio en el que viven las comunidades Mapuche (literalmente, gente de la tierra). Donde el agua subterránea está contaminada y la población se queja de enfermedades provocadas por beber de una napa en la que se han dejado filtrar las aguas de purga de la explotación. Hoy esos pobladores tienen plomo y mercurio en la sangre. Las piletas de petróleo han sido tapadas con tierra en vez de saneadas. En todas partes, la explotación petrolera provoca desastres ambientales, pero en muy pocos lugares del mundo se han tolerado abusos tan graves como en Neuquen-Argentina (Sommer, *s.f*).

2.2. Marco Contextual

El departamento del Putumayo está ubicado al sur del occidente de Colombia, el cual limita con los departamentos de Caquetá, Nariño, Cauca, Amazonas y las repúblicas del Ecuador y del Perú. El departamento del Putumayo tiene 13 municipios en tres zonas geográficas: Alto Putumayo, parte fría ubicada en la zona Andina; Medio putumayo, donde se encuentra la capital Mocoa, constituida por el pie de monte Amazónico; por último, el Bajo Putumayo, en donde están los municipios de Puerto Caicedo, Puerto Asís, Orito, San Miguel, Valle del Guamuez y Puerto Leguizamo.

El municipio de Puerto Asís, está localizado sobre la margen izquierda del río Putumayo, algunos kilómetros aguas abajo de la desembocadura del río Guamuéz, aproximadamente a 90 Km. En Puerto Asís, es donde se encuentra la mayor población de todo el departamento. La totalidad de sus territorios son planos o ligeramente ondulados, pertenecientes a la Amazonía, y por la conformación de su relieve, únicamente ofrecen el piso térmico cálido.

Puerto Asís tiene una estratégica posición geopolítica ante todo por ser un municipio fronterizo con el Ecuador a unos 90 Km. Aguas abajo por el río Putumayo se encuentra la población de Puerto del Carmen (Ecuador) sobre la desembocadura de este río. Desde Santana por la vía nacional que cruza a la Hormiga, la Dorada y San Miguel, se llega al Puente Internacional de San Miguel, ubicado a tan solo 10 Km de la ciudad de Lago Agrio, capital fronteriza Provincia de Sucumbíos en el Ecuador.

El municipio de Puerto Asís en la actualidad cuenta con 152 veredas agrupadas en seis Inspecciones y cinco corregimientos. Además, tiene 12 cabildos y 5 Resguardos Indígenas. En lo que respecta a la vereda Campo Alegre se encuentra ubicada en la Inspección Alto Cuembi, conformada por las siguientes veredas: Agua Blanca, Agua Negra, Campo Quemado, La Esmeralda, La Libertad, Los Alamos, Samaria, Villa de Leyva, Villa Marquesa, La Manuela, la Italia, la Y, El Diamante y la Cumbre

La vereda Campo Alegre se encuentra a 10Km del casco urbano del municipio de Puerto Asís, su acceso debe hacerse en tramos terrestre y fluvial. Esta vereda es parte central para la explotación de hidrocarburos y es una ruta de transporte del mismo en vehículos de carga pesada. En esta región la población se dedica a actividades agrícolas de cultivos transitorios (yuca, plátano, banano, caña, arroz) para soporte alimentario. Por otro lado esta población ha sido afectada por los diferentes grupos armados que se han venido posicionando de estas zonas provocando altos índices de desplazamientos, más sin embargo esta comunidad sobrepasa las adversidades y luchan por el diario vivir para salir adelante. En esta vereda se encuentra la institución educativa San Gerardo la cual tiene hasta quinto grado de primaria, por lo que los niños se ven obligados a desplazarse a zonas más alejadas para continuar con sus estudios. Esta comunidad por tradición mantiene cultivos ilícitos para su sustento, lo que ha incrementado la contaminación a las fuentes hídricas, fauna y flora con utilización de diferentes agroquímicos.

2.3. Marco Conceptual

Para la realización de este proyecto es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos determinados por diferentes fuentes.

Calidad del Agua. El concepto se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos (Lenntech, 2006). Así mismo, Freddy Idagarra (s.), define la calidad del agua como la composición físico-químico-biológica que la caracteriza y afirma el hecho, de que el agua pura no existe en la naturaleza, se habla que un agua es de calidad, cuando sus características la hacen aceptable para un cierto uso, por ejemplo: un agua que no sirve para beber, puede servir para riego. El conocimiento de las propiedades del agua, derivadas de estas características es fundamental para valorar los posibles inconvenientes y perjuicios que su utilización pudiera ocasionar en sus consumidores (p., 25).

Agua Segura. Según el decreto 475 de 1998 agua segura es aquella que sin cumplir algunas de las normas de potabilidad definidas en el presente decreto, puede ser consumida sin riesgo para la salud humana.

Las Aguas Subterráneas. Es el agua que se aloja y circula en el subsuelo, conformando los acuíferos. La fuente de aporte principal es el agua de lluvia, mediante el proceso de infiltración. Otras fuentes de alimentación localizada pueden ser los ríos, arroyos, lagos y lagunas. El agua subterránea se sitúa por debajo del nivel freático y está saturando completamente los poros y/o fisuras del terreno y fluye a la superficie de forma natural a través de vertientes o manantiales o cauces fluviales. Su movimiento en los acuíferos es desde zonas de recarga a zonas de descarga, con velocidades que van desde metro/año a cientos de m/día, con tiempos de residencia largos resultando grandes volúmenes de almacenamiento, aspectos característicos del agua subterránea (Collazo Caraballo & Montaña Xavier, 2012) .

Así mismo las aguas subterráneas están compuestas químicamente por una serie de aniones y cationes que le dan unas características físico químicas específicas, las cuales dependen principalmente de la composición de las rocas que atraviesan. Estos iones reaccionan químicamente entre si cuando presentan cambios en el pH.

Población. Para los demógrafos y los estudiosos de las relaciones entre la población y el desarrollo, la voz “población” alude a la cantidad, el crecimiento, la estructura y la localización de las personas y a las variables demográficas que determinan la fecundidad, mortalidad y migración (Faijer, 2012); sin embargo, Díaz, J. (2012) argumenta que “la propia demografía se define a sí misma como el estudio de la población, pero utiliza más de un significado para esa palabra. El concepto de población utilizado en este documento acepta el definido por la Real Academia Española, que, en general, apuntan a un “conjunto de personas que habitan la Tierra o cualquier división geográfica de ella”.

Contaminación de las Fuentes Hídricas. Una clara definición figura en la Convención Internacional sobre Vertimiento, Londres 1972: Por "contaminación" se entiende la introducción de desechos u otras materias en el agua, resultante directa o indirectamente de actividades humanas, que tenga o pueda tener efectos perjudiciales tales como causar daño a los recursos vivos y a los ecosistemas marinos, entrañar peligros a la salud del hombre, entorpecer la actividad pesquera y otros uso legítimos del agua. En contraste en la Carta del Agua hace referencia a la contaminación del agua argumentando que esta "consiste en una modificación, generalmente, provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural" (Carta del Agua, Consejo de Europa, 1968), de igual manera el agua está contaminada cuando se ve alterada su composición o estado, directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta para uno o todos los usos a que va destinada, para los que sería apta en su calidad natural» (C.E.E. de las Naciones Unidas, 1961). Por consiguiente es importante reconocer que la contaminación del agua subterránea es más difícil de detectar que la del agua superficial debido a que no está visible, provocando mayor duración del contaminante en el medio, una vez detectada es posible que haya afectado a una gran proporción del acuífero. Una vez que se determina la contaminación del agua, se debe identificar la fuente de contaminación y por lo tanto el contaminante, su movilidad, su toxicidad y su persistencia (Collazo Caraballo & Montaña Xavier, 2012).

Pozos sépticos. Pozos sépticos también conocidos como fosas sépticas son un sistema de tratamiento de aguas residuales apropiado para lugares donde se cuenta con abastecimiento

domiciliar de agua (cañería); donde el agua llega en forma permanente y suficiente por lo general son utilizados por familias que habitan en localidades que no cuentan con servicio de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. Este sistema puede recibir tanto el agua con los excrementos humanos como aquella proveniente de cocinas y baños (Aguas Negras) (Escalante, 2003).

El uso de tanques sépticos se permite en localidades rurales, urbanas y urbano-marginales. Uno de los principales objetivos del diseño de la fosa séptica es crear dentro de esta una situación de estabilidad hidráulica, que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. Los sólidos sedimentables que se encuentren en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico. Majumder y sus colaboradores (1960), informaron de la eliminación del 80% de los sólidos en suspensión en tres tanques sépticos de Bengala occidental, y se han descrito tasas de eliminación similares en un solo tanque cerca de Bombay. Sin embargo, los resultados dependen en gran medida del tiempo de retención, los dispositivos de entrada y salida y la frecuencia de extracción de lodos (período de limpieza del tanque séptico).

Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior y la capa de lodo sedimentado en el fondo. El líquido pasa por el tanque séptico entre dos capas constituidas por la espuma y los lodos.

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases más estables como dióxido de carbono, metano y sulfuro de hidrógeno. El lodo que se acumula en el fondo del tanque séptico está compuesto sobre todo de hilachas provenientes del lavado de prendas y de lignina, la cual hace parte de la composición del papel higiénico, aunque estos materiales lleguen a degradarse biológicamente, la velocidad de descomposición es tan baja que éstas últimas se acumulan (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

Pozo subterráneo. Un pozo subterráneo también conocido en varias localidades como Aljibes es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar una reserva de agua del nivel freático. Generalmente de forma cilíndrica, se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe (Ordoñez Galves, 2012). Del mismo modo (Cuellar, Duarte, 2001) dice que existen unos pozos en donde están contenidas estas aguas llamados pozos artesianos o subterráneos que son aquellos tipos de pozo que alcanza un manto cautivo de agua, de forma que como el nivel freático del líquido está por encima de la superficie del pozo, éste mana por sí solo elevándose hasta un nivel equivalente al del punto de alimentación de la capa cautiva menos un tanto debido a la pérdida de carga.

Aljibes. Receptáculo hallado mediante excavación, que almacena agua subterránea con profundidades pequeñas (5 a 10 metros) y diámetros grandes (hasta 1 metro), cuyas paredes se revisten con ladrillo, tubería de cemento o concreto para evitar su derrumbamiento. Para extraer

el agua contenida, se puede hacer uso de bombas manuales o sistema de bombeo muy simple (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.).

Diagnostico Rural Participativo (DRP). Conjunto de técnicas y herramientas que permite que las comunidades hagan su propio diagnóstico y de ahí comiencen a auto-gestionar su planificación y desarrollo. De esta manera, los participantes podrán compartir experiencias y analizar sus conocimientos, a fin de mejorar sus habilidades de planificación y acción. Aunque originariamente fue concebido para zonas rurales, muchas de las técnicas del DRP se pueden utilizar igualmente en comunidades urbanas (Verdejo, 2003).

Riesgos ambientales. Las aguas subterráneas son contaminadas por las actividades que se desarrollan en la superficie por la acción antrópica y dentro de las cuales sobresalen:

Derrame o fuga de sustancias toxicas en la superficie o bodegas que posteriormente se infiltran (aceites y grasas, aguas residuales, residuos, químicos, etc.).

Hidrocarburos por filtración de tanques de almacenamiento subterráneo o derrames accidentales.

Sobre explotación de los acuíferos poniendo en riesgo la recarga y normal funcionamiento del mismo.

Inadecuado mantenimiento de los sistemas de extracción de los pozos.

Contaminación biológica de las aguas subterráneas por sobrealimentación o mal funcionamiento de sistemas sépticos o fugas en la red de alcantarillado.

Eliminación, impermeabilización o urbanización de las zonas de recarga de los acuíferos.

Una vez contaminada, la limpieza del agua subterránea es muy complicada por su difícil acceso. Además, el uso indiscriminado de aguas subterráneas puede generar agotamiento del recurso.

Riesgos de la salud. Como consecuencia de la contaminación encontramos:

La salud de las personas o animales que beban o estén en contacto con aguas contaminadas puede ponerse en peligro, en particular si se tiene en cuenta que para la manufactura de muchos productos de consumo, se utilizan las aguas subterráneas.

La contaminación de las aguas subterráneas impide el uso futuro para el consumo humano, y algunos casos industrial, comercial o agrícola.

2.3.1 Criterios de Calidad del Agua. Los parámetros que se darán a continuación sirven para determinar las características del agua los cuales son medidos en laboratorio. A continuación se citan los más importantes:

2.3.2 Propiedades Físicas del Agua.

Turbiedad: Es una expresión del efecto óptico causado por la dispersión de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua. La turbiedad en el agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas entre otras arcillas, limos como materia orgánica e inorgánica finamente dividida organismos planctónicos y otros microorganismos.

Color: Las cosas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y magnesio coloidal en suspensión; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, raíces y otros, en diferentes estados de descomposición. El color natural del agua existe principalmente por efecto de partículas coloidales, cargadas negativamente.

Temperatura: la temperatura del agua subterránea, representa un estado de equilibrio entre los aportes y las extracciones calóricas en un punto determinado. (Margarita, 2004)

Puede considerarse que en los acuíferos existe una zona neutra de temperatura constante, por encima de la cual la influencia térmica más significativa es la de las variaciones diarias o estacionales de la temperatura ambiente. Por debajo de esta zona, el factor preponderante es el gradiente geotérmico o variación de la temperatura con la profundidad. En cualquier caso, la temperatura de las aguas de un acuífero es muy poco variable.

Conductividad eléctrica: se refiere a la habilidad de conducir la corriente eléctrica, a medida que la concentración iónica aumenta, aumenta hasta cierto límite la conductividad.

Potencial de Hidrógeno: Se refiere a la intensidad de la concentración de acidez o alcalinidad de una solución. (Carlos Alberto Severiche Sierra, 2013).

pH: Es la medida de la concentración de hidrogeniones del agua o de la solución, estando controlado por las reacciones químicas y por el equilibrio entre los iones presentes. En agua subterránea varía entre 6,5 y 8,5.

2.3.3 Propiedades Químicas del Agua.

Alcalinidad: La alcalinidad del agua puede ser definida como la capacidad para neutralizar ácidos, para reaccionar con iones de hidrogeno, para aceptar protones, o como la medida del contenido total de sustratos de sustancias alcalinas (OH^-).

Demanda química de oxígeno (DQO): Mide la capacidad de un agua de consumir oxígeno durante procesos químicos. Los valores comunes en las aguas subterráneas se sitúan de 1 a 5 mg/l de O_2 .

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Es la medida de la cantidad de oxígeno necesario para consumir la materia orgánica contenida en el agua mediante procesos biológicos

aeróbicos. Es una medida importante de la contaminación del agua y debe referirse a un cierto tiempo (24 horas, 5 días, etc.). Valores superiores a 1 ppm de O₂ indican contaminación.

Nitratos: Los nitratos (NO₃⁻) son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno, que se pueden encontrar en alimentos y aguas de bebida. Derivan principalmente del empleo de fertilizantes nitrogenados, excretas de animales, descargas de desechos sanitarios e industriales, y del uso como aditivos alimentarios (conservas de pescado y carnes). En las aguas superficiales, como los ríos y lagos, la concentración de nitratos es habitualmente baja, de algunos mg/l (excepto que exista un nivel importante de contaminación). En los acuíferos profundos también suele ser baja, aunque superior a la que encontramos en aguas superficiales. La utilización de fertilizantes nitrogenados, que se infiltran en el suelo, y las descargas de desechos sanitarios e industriales en pozos ciegos o zanjas de absorción, que también terminan infiltrándose en el suelo, contribuyen al aumento de la concentración de nitratos en los acuíferos subterráneos. A medida que todos estos compuestos nitrogenados son arrastrados por el agua hacia los acuíferos, a través del suelo, se producen reacciones químicas que terminan oxidando estos compuestos hasta el estado de nitratos. De esta manera la concentración de nitratos puede aumentar en las napas subterráneas. Las características del suelo, las condiciones climatológicas, las cantidades de productos nitrogenados descargadas, las características de las napas subterráneas, etc. determinan los niveles de concentración a los que pueden elevarse los nitratos en estos acuíferos (Consutor de Aguas, 2009)

Nitritos: el ion nitrito es menos estable que el ion nitrato, es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se encuentra en cantidades apreciables en

condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos, y de que, en general, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas, así como en el ambiente. Estas reacciones de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y por factores abióticos (Albert, 1985).

Grasas y aceites: Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo.

Las sustancias grasas se clasifican en grasas y aceites. Teniendo en cuenta su origen, pueden ser animales o vegetales.

Algunas de sus características más representativas son baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad. Por ello, si no son controladas se acumulan en el agua formando natas en la superficie del líquido (Vetra, 2011)

2.3.3 Contaminación Microbiana de las Aguas. La búsqueda de Coliformes como indicadores de contaminación de origen fecal del agua es una práctica establecida desde hace muchos años. En 1895 se propuso una prueba de *Escherichia coli* como índice para determinar la potabilidad del agua de bebida, marcando así el inicio del uso de los Coliformes como indicadores de patógenos práctica que hasta hoy aplican muchos países para la calificación sanitaria. Las bacterias constituyen el grupo más importante de agentes patógenos contaminantes del agua y la principal causa de brotes epidémicos registrados que han tenido su

origen en la contaminación fecal son con frecuencia bacterias intestinales patógenas como *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* y también, en menor grado, *Shigella spp.*, *Vibrio cholerae*, *Clostridium spp* y *Bacillus anthracis* (Gesche, Vallejos, Sáez, 2003).

2.3.4 Contaminación del Agua Subterránea. Desde el punto de vista hidrogeológico la calidad del agua subterránea es tan importante como la cantidad explotable. La disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos para determinados tipos de uso depende fundamentalmente de la calidad físico química y biológica. La calidad del agua es definida por su composición y por el conocimiento de los efectos que pueden causar sus constituyentes. El conjunto de todos los elementos que la componen permiten establecer patrones de calidad de agua, clasificándola así de acuerdo con los límites establecidos y los usos para la que es apta (humano, agrícola, industrial, o ganadero) (Collazo Caraballo & Montaña Xavier, 2012).

Las aguas subterráneas suele ser más difíciles de contaminar que las superficiales, pero cuando esta contaminación se produce, es más difícil de eliminar. Sucede esto porque las aguas del subsuelo tienen un ritmo de renovación muy lento. Se calcula que mientras el tiempo de permanencia medio del agua en los ríos es de días, en un acuífero es de cientos de años, lo que hace muy difícil su purificación (Cuellar, Duarte, 2001). Algunos contaminantes se originan de la erosión natural de las formaciones rocosas. Otros contaminantes provienen de descargas de fábricas, productos agrícolas, o químicos utilizados por las personas en sus hogares y patios. Los contaminantes también pueden provenir de tanques de almacenamiento de agua, pozos sépticos, lugares con desperdicios peligrosos y vertederos (Quintero Rodriguez & Beatriz, 2009). Actualmente, los contaminantes del agua subterránea que más preocupan son los

compuestos orgánicos industriales, como disolventes, pesticidas, pinturas, barnices o los combustibles, como la gasolina (Bosch, 2000).

Por otro lado (Ocampo, Escobedo, 2005) argumenta que la circulación subterránea tiende a depurar el agua de partículas y microorganismos, pero en ocasiones estos llegan al acuífero por contaminación debida a los usos humanos, como fosas sépticas, residuos agrícolas. El agua subterránea puede contaminarse por otras causas antropogénicas (debidas a los seres humanos), como la infiltración de nitratos y otros abonos químicos muy solubles usados en la agricultura, que suele ser una causa grave de contaminación de los suministros en llanuras de elevada productividad agrícola y densa población.

2.3.5 Contaminación de las Aguas por Hidrocarburos. La contaminación de las aguas por hidrocarburos en las fuentes de abastecimiento subterráneo y superficial, así como en otros cuerpos de agua es un hecho que ocurre con relativa frecuencia. Este tipo de contaminación produce un cambio en las características organolépticas del agua que induce al rechazo de los consumidores, y su ingestión representa un riesgo para la salud; asimismo, el ecosistema puede sufrir afectaciones debidas al impacto negativo de estos contaminantes sobre sus diferentes componentes (Díaz & Pérez, 1999).

Las contaminaciones pueden presentarse de 2 formas generales: puntuales y sistemáticas. Las primeras ocurren de manera fortuita en los cuerpos de agua donde generalmente no hay presencia de hidrocarburos. Las segundas son habituales y caracterizan a aquellas aguas que son

contaminadas por la actividad antrópica que en ellas se realiza. Por otro lado, las fuentes de la contaminación pueden ser simples o múltiples, y verter al medio uno o varios componentes del petróleo. El estudio de este tipo de contaminaciones puede alcanzar una gran complejidad, determinada ésta por la naturaleza de la contaminación, los métodos de análisis empleados y la manera en que se proceda en la ejecución del estudio; la integración de estos factores determina su alcance, la eficiencia en el uso de los recursos y la ejecución de una intervención adecuada.

Existen diferentes métodos analíticos que permiten estudiar este tipo de contaminación, entre los que se encuentran la cromatografía gaseosa, métodos de partición gravimétrica y métodos espectroscópicos infrarrojo y ultravioleta.¹⁻⁴ Cada uno de ellos tiene ventajas y limitantes, de las que se pueden señalar, en el caso de los métodos instrumentales, el elevado costo del equipamiento y la necesidad de patrones de alta pureza de los hidrocarburos presentes en la contaminación (Díaz & Pérez, 1999).

La cromatografía gaseosa es de los métodos señalados el de mayor sensibilidad. Los métodos de partición gravimétrica y extracción presentan una baja sensibilidad (mayor que 10 mg/L). El método infrarrojo presenta valores de detección del orden de 0,2 mg/L, superior a lo requerido en el caso de las aguas de consumo.

2.4 Marco Teórico

En el ámbito internacional, el interés por la adecuada gestión del agua comenzó desde los inicios de la década de los setenta, dentro del contexto de las decisiones adoptadas en la

conferencia de Naciones Unidas (ONU), realizada en Estocolmo en 1972. Allí se estableció el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNED). Posteriormente, en 1987, se publicó el reporte de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, que contribuyó a incrementar la conciencia del público sobre los nexos existentes entre el desarrollo y el ambiente donde el agua cumple un rol fundamental. De acuerdo a lo que se ha denominado la primera evaluación de los recursos hídricos mundiales, realizada en Francia por las Naciones Unidas durante marzo de 2003, los problemas más importantes que se plantean en el siglo XXI son los de la calidad y buena administración del agua (Mejia, 2008). En los años 60, se continuó con los estudios en algunas poblaciones de los departamentos de Tolima, Bolívar, Santander y Caldas, así como otros complementarios en Boyacá y Valle del Cauca. (Villamizar. E., Ministerio Medio Ambiente 2009).

Por otra parte, los primeros estudios sobre el problema de la contaminación de agua superficial en el país se realizaron en el Río Cauca y corresponden al año de 1964, cuando J.E. Donaldson y C. Dunn, docentes de la Universidad de Tulane, USA, realizaron el estudio denominado “Investigación de desechos que contribuyen a la contaminación del Río Cauca”, el cual contó con el respaldo de la CVC y el apoyo de la Universidad del Valle. En 1967, el ingeniero Armando Cubillos, docente de la Universidad del Valle, estudió la calidad del agua del Río Cauca en el tramo comprendido entre Navarro y el Río Guachal. Con base en los resultados de los análisis de las muestras de agua y su comparación con el trabajo realizado en el año de 1964, Cubillos concluyó que la calidad del agua del río sufría un deterioro creciente (CVC, 1975) (Universidad del Valle).

En la década de los 70 y 80, mediante convenios y contratos de cooperación técnica internacional entre los gobiernos de Holanda y Colombia, se empezaron a realizar estudios sistemáticos de carácter regional. En los 70, se llevó a cabo la exploración en el Departamento del Valle del Cauca, en el Valle Medio del Magdalena y en la zona noroccidental de la Sabana de Bogotá; y en los años 80, se realizó la exploración en Cúcuta, en los Valles de Ubaté y Chiquinquirá, en la Media y Alta Guajira, en los departamentos de Atlántico y Bolívar, en el noreste de Urabá y en la Isla de Mompós. Los estudios realizados se han enfocado al reconocimiento de las unidades acuíferas, definición de regímenes de flujo, determinación de la calidad del agua y caracterización de parámetros hidrogeológicos para conocer las condiciones de almacenamiento, caudal, transmisividad y capacidades específicas de los pozos en las unidades acuíferas. Esta información se ha ajustado con métodos geológicos, geofísicos, hidrológicos e hidrogeológicos (MINAMBIENTE).

En el estudio Nacional del Agua-ENA-(2010), se realizó un diagnóstico sobre aguas subterráneas, en veintisiete (27) de los (32) Departamentos del país, debido a que los Departamentos de Guainía, Guaviare, Putumayo, Vichada y Vaupés no cuentan con información hidrogeológica. El diagnóstico presenta las generalidades sobre los acuíferos existentes en cada zona y las reservas de aguas subterráneas reportadas.

Cabe señalar que el informe mundial del agua de la UNESCO (2003), elaborado en el marco del Programa Mundial para la Estimación del Agua, indica que en los próximos 20 años la cantidad de agua disponible para todos decrecerá en un 30%. El 40% de los habitantes del mundo actualmente no tiene la cantidad mínima necesaria para aseo. Más de 2,2 millones de

personas murieron en el año 2000 por enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada o por ahogamiento. Casi un millón de personas muere de malaria cada año y más de 200 millones sufren esquistosomiasis, una dolencia conocida también con el nombre de bilharziosis. En 2004, el Programa WaterAid del Reino Unido, reportó que un niño muere cada 15 segundos debido a las enfermedades relacionadas con el agua de mala calidad. En zonas urbanas con abastecimiento inadecuado de agua dulce, mala salubridad y malas prácticas de higiene, la tasa de mortalidad infantil es 10 a 20 veces superior al promedio.

2.5 Marco Legal

Partiendo de la premisa que en la constitución política de Colombia de 1991 dentro de la concepción de Estado Social de Derecho se establecen varias acciones, entre ellas consagró el derecho a gozar de un ambiente sano, el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida son finalidades esenciales del estado. (art.366 CPC)

Es naturaleza jurídica de las Corporaciones Autónomas (CORPOAMAZONIA), administrar dentro de su área de jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Art 23 de la ley 99); por otro lado en el marco de las funciones asignadas a las Corporaciones Autónomas Regionales, en la Ley 99 de 1993; las CAR deben ejercer la evaluación, control y seguimiento de los usos del agua, el suelo y el aire y demás recursos naturales renovables, así como otorgar concesiones, permisos, licencias ambientales requeridas por la ley para el uso, aprovechamiento de los recursos naturales. (numeral. 9 y 12 del art. 31)

Decreto 2811 de 1974 código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.

Decreto 1594 de 1984 por el cual se reglamenta los usos del agua y residuos líquidos. En el capítulo IV que trata de los criterios de calidad para destinación del recurso, en los artículos 38 y 39 establece los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico.

Decreto 1541 de 1974 reglamenta el decreto 2811 en lo que respecta el dominio de aguas no marítimas de uso público y los modos de obtener concepciones de agua. Mediante este decreto bajo el capítulo II de ordenamiento de recurso y capítulo III de la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estuarios y servidas. De igual manera destinar los tres tipos de trámites: exploración de aguas subterráneas, concesión de aguas subterráneas, formatos de permisos de exploración de aguas subterránea.

La ley 373 de 1997 en su artículo 10 aclara que para definir la viabilidad del otorgamiento de las concepciones de agua subterráneas, las corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales realizarán los estudios hidrogeológicos, y adelantarán las acciones de protección de las correspondientes zonas de recarga.

Decreto 475 de 1998 por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable en su capítulo III en sus artículos 7 - 8 determina los criterios organolépticos, físicos y químicos de

la calidad del agua potable y en el capítulo IV en sus artículos 36 y 37 establece los criterios de calidad organolépticas, físicas y químicas del agua segura.

Reglamento técnico del sector del agua potable y saneamiento básico Ras 2000, título H

Decreto 155 de 2004 por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 respecto a las tasas por utilización de aguas superficiales, las cuales incluyen las aguas estearinas, aguas subterráneas y otras disposiciones.

Los sistemas de información geográfica en la actualidad vienen tomando cada día más importancia para la toma de decisiones, en lo que respecta al recurso hídrico se crea el Decreto 1323 de 2007 Sistema de Información del Recurso Hídrico, SIRH; el cual hace parte del sistema de información ambiental. Permittiéndonos la gestión de los cuerpos hídricos del país que comprenden las aguas superficiales continentales y las aguas subterráneas.

Resolución 2115 de 2007 Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano en sus artículos 2, 5 y 11 establece las características físicas y químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.

Decreto 1575 de 2007 Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Decreto 1640 de 2012 por el cual se Reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.

Capítulo 3. Metodología de la Investigación

3.1 Diseño Metodológico

El tipo de investigación es básica porque se pretende obtener una fuente de información primaria a partir del tratamiento de la información. De acuerdo a la naturaleza de los objetivos planteados y el problema objeto de investigación, la metodología ha de ser exploratoria, la cual permita acercarse a un evento poco conocido para familiarizarse con él.

El enfoque de la investigación es cuantitativa pero se hace manipulación de algunas variables cualitativas, porque mediante la observación, la medición y la verificación de resultados se pretenden llegar al logro de los objetivos. De modo que se pueda realizar una observación detallada del universo de estudio para analizar patrones de comportamiento de las variables ambientales evaluadas, el alcance de la investigación ha de integrar fases de investigación descriptiva, porque se permite lograr la caracterización del problema dentro de un contexto socio ambiental. Le sigue una etapa experimental donde los datos tomados en campo (muestras de agua de los aljibes y de la quebrada Campo Alegre) requieren de análisis fisicoquímico y microbiológico con manipulación de variables en el laboratorio. Finalmente, la investigación requiere una etapa explicativa donde se exponen con argumentos la situación encontrada con base a los resultados obtenidos.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población.

Para la investigación a realizar se tomó como población, las fuentes hídricas de la vereda Campo Alegre (apéndice A), dichas fuentes corresponden a los 52 pozos subterráneos aproximadamente, que abastecen a 330 habitantes y la Quebrada Campo Alegre del municipio de Puerto Asís, Putumayo.

3.2.2 Muestra.

En esta investigación la muestra se realizó a 12 pozos subterráneos (aljibes) y 3 muestras de la quebrada Campo Alegre (apéndice B), la primera de ellas aguas arriba de los asentamientos, la segunda en la parte cercana a los asentamientos y la tercera, aguas abajo de los asentamientos. Las muestras son tomadas de manera puntual.

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información

A continuación se describen los métodos y Técnicas utilizados para la recolección de la información durante la ejecución de las cinco (5) fases de investigación propuestas en el proyecto.

Fase 1. En primera instancia se realizó una revisión de la información primaria existente de la zona en cuanto a estudios de calidad del agua con la colaboración de la junta de acción comunal de la vereda Campo Alegre, la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia), alcaldía del municipio de Puerto Asís, Putumayo, Centro Educativo Rural San Gerardo de la vereda Campo Alegre, quienes suministraron información indispensable al proyecto relacionado con la geomorfología, la pendiente, el suelo, la fauna, flora entre otros aspectos del área de influencia directa del Proyecto.

Fase 2: Se hizo una observación de campo para conocer detalladamente la situación actual de la población, como las condiciones en las que vive la población, el estado actual de los pozos subterráneos (aljibes) y de la quebrada Campo Alegre, la cercanía de los pozos sépticos y los petroleros a los pozos subterráneos (aljibes), para tal propósito se hizo un registro fotográfico (Apéndice C) y se obtuvo información de la comunidad afectada mediante encuestas (Apéndice D), entrevistas y se realizó un diagnóstico rural participativo (DRP) en donde la propia comunidad presenta la situación actual de la problemática. También se elaboraron mapas de la zona que incluye puntos de los pozos petroleros, subterráneos y sépticos (Apéndice A), con ayuda del *GPS* y el software *ArcGIS*, de esta manera se facilitó la identificación de las fuentes hídricas de mayor interés para ser analizada.

Fase 3. Se llevó a cabo la toma de muestras de agua de los pozos subterráneos y la quebrada Campo Alegre, para un posterior estudio físico-químico y microbiológico en el laboratorio. Para esto, se tomaron doce (12) muestras de agua de los aljibes considerados con mayor incidencia de contaminación por la cercanía a pozos sépticos, a la industria petrolera y

generación de malos olores; como también tres (3) muestras de agua a la quebrada Campo Alegre; el primer punto aguas arriba de los asentamientos, el segundo punto cerca a los asentamientos y el tercer punto aguas abajo de los asentamientos.

En cuanto a los análisis fisicoquímicos se analizaron los siguientes parámetros: pH, color aparente, conductividad, turbiedad, sólidos disueltos (SD), sólidos suspendidos (SS), sólidos totales (ST), dureza total (DT), alcalinidad total (AT), nitritos, nitratos, sulfatos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno disuelto (OD), grasas y aceites e hidrocarburos; y entre los parámetros microbiológicos se analizaron coliformes fecales (CF) y coliformes totales (CT).

Para realizar la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos antes mencionados se procedió de la siguiente manera:

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos como pH, turbiedad, color aparente, conductividad, SS, SD, ST, nitritos, nitratos, sulfatos, grasas y aceites se realizó en el laboratorio de aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO) la cual se encuentra a 24 horas de Puerto Asís Putumayo. Las muestras se recolectaron de manera puntual en 15 recipientes de plástico esterilizado de acuerdo a la metodología propuesta por el IDEAM (2010). La cadena de Custodia (preservación etiquetado y transporte de las muestra) Se realizó con base en las disposiciones de la NTC- 5657 la cual determina los tiempos de conservación en un rango permisible de 28 horas a una temperatura de refrigeración a 4°C. Una vez

ingresadas las muestras al laboratorio de agua de la UFPSO se procedió al análisis físicoquímico de cada parámetro relacionado de acuerdo a los métodos propuestos por *Standard Methods 22 ed.* (2012). La determinación grasas y aceites se realizó en el laboratorio de nutrición de la UFPSO por el método de *Soxhlet*.

Las muestras de agua para análisis de las variables DT, AT, DBO₅, OD, CT y *Escherichia coli*; que según los *Esthandar Method 22 th (2012)* requieren de un análisis químico antes de las 24 horas, se determinaron en la Universidad de Nariño la cual se encuentra a 10 horas de Puerto Asís Putumayo. Igualmente para análisis de hidrocarburos Totales se analizaron en la universidad de Nariño cinco (5) muestras que respectivamente, fueron seleccionadas de acuerdo a los puntos con reportes de mayor concentración de grasas y aceites determinada con anterioridad en la UFPSO.

Fase 4. Se efectuó la toma de aforo en tiempo de menores lluvias y en tiempos de mayores lluvias a la quebrada Campo Alegre por el método del flotador, también se lleva a cabo la medición del volumen del agua de los pozos subterráneos (aljibes) por procedimiento sugerido de la autoridad ambiental se tomó el diámetro de los pozos y la profundidad, esta última, con ayuda de una estaca que hace la función de decámetro, se introduce hasta el fondo del aljibe y se toma la medición hasta donde llega el nivel del agua, considerando el pozo como un cilindro conocemos el volumen; para este procedimiento se debe tener en cuenta que el diámetro del pozo de la parte superior no es igual al de la parte inferior por tanto se toma un margen de error de 1 a 5 cm, este procedimiento se realizó en tiempo de menores lluvias y en tiempos de mayores lluvias para así obtener la variación del volumen de agua.

Fase 5: En última instancia para determinar la calidad de las fuentes hídricas (aljibes y quebrada); se realiza una interpretación del estado de los cuerpos de agua a partir del cálculo de los índices de contaminación del agua (ICOs) sobre los puntos de muestreo, para esto se tuvo en cuenta los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de agua. Se determinaron índices de contaminación por mineralización (ICOMI), índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), e índice de contaminación por solidos suspendidos (ICOSUS).

3.4 Análisis de la Información

Para el estudio de las encuestas se llevó a cabo un análisis estadístico de los resultados que facilitaron la comprensión de la problemática actual de la comunidad.

Con la realización del mapa de la comunidad, se conoció cuáles son las fuentes hídricas susceptibles de tener mayor contaminación para ser prioritarias en la toma de muestras de agua.

En el aforo se conoció el caudal de la quebrada Campo alegre y en los pozos la cantidad de agua, de esa manera poder sugerir a la comunidad la fuente más factible para suministro de agua.

Se analizaron los resultados de las muestras de agua en laboratorio, los reportes con las concentraciones de las variables evaluadas se analizaron por medio de métodos estadísticos

como la tabulación y los gráficos, de igual manera estos resultados se compararon con el Decreto 1594 de 1984 teniendo en cuenta que se trata de agua cruda, el Decreto 475 de 1998 que determina los criterios de agua segura y la resolución el 2115 del 2007 considerando que el agua que consume la comunidad debería estar en condiciones óptimas.

Y por último, se realizó un procedimiento matemático para la evaluación de los siguientes índices de calidad del agua, (ICOMI, ICOMO, ICOSUS) utilizando las siguientes ecuaciones.

El procedimiento se efectúa de la siguiente manera:

$$\mathbf{ICOMI:} = 1/3 (\text{I conductividad } \mu\text{S/cm} + \text{I dureza mg/L} + \text{I alcalinidad mg/L})$$

I CONDUCTIVIDAD: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$\text{Log } 10 \text{ ICONDUCTIVIDAD} = -3.26 + 1.34 \log 10. \text{ Conductividad } \mu\text{S/cm}$$

$$\text{I conductividad} = 10 \log. \text{ I. conductividad } \mu\text{S/cm}$$

Conductividades mayores a 270 $\mu\text{S/cm}$, tienen un índice de conductividad = 1

I DUREZA: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$$\text{Log } 10 \text{ IDUREZA} = -9.09 + 4.40 \log 10. \text{ Dureza (mg/L)}$$

$$\text{I dureza} = 10 \log. \text{ I. Dureza mg/L}$$

Durezas mayores a 110 (mg/L) tienen I dureza = 1

Durezas menores a 30 (mg/L) tienen I dureza = 0

I ALCALINIDAD: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$I \text{ alcalinidad} = -0.25 + 0.005 \text{ alcalinidad (mg/L)}$

Alcalinidades mayores a 250 mg/L tienen I alcalinidad = 1

Alcalinidades menores a 50 mg/L tienen I alcalinidad = 0

ICOMO: = $1/3 (I \text{ DBO mg/L} + I \text{ coliformes totales NMP} + I \text{ oxígeno \%})$

I DBO: Se obtiene a partir de la siguiente expresión

$I \text{ DBO} = -0.05 + 0.70 \log_{10} \cdot \text{DBO mg/L}$

DBO mayores a 30 mg/L tienen IDBO = 1

DBO menores a 2 mg/L tienen IDBO = 0

I COL.TOTALES: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$I \text{ COL.TOTALES} = -1.44 + 0.56 \log_{10} \cdot \text{DBO mg/L}$

Coliformes totales menores a 500 NMP tienen I coliformes totales = 0

Coliformes totales mayores a 20.000 NMP tienen I coliformes totales = 1

I OXIGENO %: Se obtiene a partir de la siguiente expresión

$I \text{ oxígeno\%} = 1 - 0.01 \text{ oxígeno\%}$

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen I oxígeno% = 0

ICOSUS: $(-0.02 + 0.003 \cdot \text{solidos suspendidos})$

Capítulo 4. Resultados y Discusiones

4.1 Panorama de la situación Actual de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos en La vereda Campo Alegre, Municipio de Puerto Asís, Putumayo.

4.1.1 Geomorfología. El relieve de la llanura amazónica es el reflejo de su evolución geológica durante millones de años, hoy en día lo conforma una gran geo estructura denominada mega cuenca de sedimentación de la Amazonia.

En el área de estudio se evidencia un paisaje de planicie aluvial, con una localización entre los 300 y 400 msnm, presenta un patrón de drenaje de tipo dendrítico con una densidad media. Dado a la condición de su geomorfología en épocas de invierno se presentan encharcamientos formando suelos de fertilidad baja, que se encuentran permanentemente húmedos inclusive en la época de verano cortas, se detalla que en zonas donde predomina la palma de canangucha (*Mauritia flexuosa L.F.*) se mantiene terrenos pantanosos ya que dicha especie de palma es un indicador de terrenos húmedos y predomina en la zona de estudio.

4.1.2 Pendientes. El área de estudio donde se concentra la mayor cantidad de la población y donde se obtuvo las muestras de agua para el análisis, se encuentra localizado en una zona relativamente plana, con terrenos de suave pendiente, identificada con terrazas y planicies aluviales; también se presentan colinas aisladas, los cuales representan los mayores cambios de topografía.

4.1.3 Paisaje. Teniendo en cuenta la estructura del paisaje en el presente estudio se evidencia una cobertura de tierras con una la matriz de bosque denso, distante al tejido urbano discontinuo y en los predios cercanos hay presencia de cultivos transitorios, vegetación secundaria y presencia de industria petrolera. Actualmente la principal modificación del paisaje corresponde a los procesos antrópicos, y reside en la fragmentación de los grandes ecosistemas tal como las masas forestales, en elementos cada vez más pequeños y cada vez más aislados unos de otros (parches).

4.1.4 Caracterización del suelo. Los suelos de la zona de estudio presentan características físicas variadas, con presencia de color café pálido a café muy pálido en la superficie y café amarillento claro, gris y amarillo en la profundidad. Las texturas varían de gruesas a medias con dominancia de gruesas (altos contenidos de arena); generando texturas franco arenosas, con una fertilidad baja.

En la zona de estudio se evidencia usos del suelo como agrícola, de conservación, forestal, ganadero, industrial y urbano como se evidencia en la tabla 1.

Tabla 1

Tipos de Uso Actual del Suelo de la vereda Campo Alegre.

USO ACTUAL	TIPO DE USO ACTUAL
Agrícola	Cultivos transitorios e ilícitos

USO ACTUAL	TIPO DE USO ACTUAL
Conservación	Protección con vegetación secundaria baja y alta, palmeras y cuerpos de agua
Forestal	Recuperación - protección con bosque denso alto de tierra firme
Ganadera	Ganadería en pastos limpios y pastos arbolados
Industrial	Industria con explotación de hidrocarburos
Urbano	Tejido urbano discontinuo

Nota: Fuente. Ingeniería y Medio Ambiente S.A.S., 2015

Teniendo en cuenta la tabla anterior y las visitas de campo se puede constatar que el mayor uso que actualmente presenta el suelo es la actividad agrícola y ganadera debido a las necesidades de sustentos que presenta la comunidad, como también a las condiciones topográficas y climáticas de la zona, que favorecen el establecimiento de pastos para el manejo de ganadería semi-intensiva, lo que ha llevado a una fuerte afectación a las zonas boscosas y a la fragmentación a estos ecosistemas.

En lo que respecta a las áreas de conservación se pudo evidenciar presencia de vegetación secundaria y sectores con bosque denso. Debido a las condiciones naturales que presenta esta zona se deben restringir actividades agropecuarias de productividad exigente, y se hace necesario orientar el uso para la conservación de las coberturas naturales existentes en la actualidad sobre estos suelos.

4.1.5 Zonas de vida. Según las condiciones bioclimáticas que se presentan para el área de estudio, se determinó que la zona de vida corresponde a bosque húmedo Tropical (bh-T), tomando las condiciones climáticas con precipitaciones medias anuales de 308,8 mm, y una temperatura que oscila entre 22°C y 25°C; cabe resaltar que en épocas de verano (meses de enero, febrero, julio y agosto) la temperatura se incrementa a unos 35°C aproximadamente. (CLIMATE-DATA.ORG, 2015).

Teniendo en cuenta las características climáticas de la zona, podemos mencionar algunas especies florísticas asociadas al área de estudio, como se menciona en la tabla 2.

Tabla 2
Especies florísticas asociadas en el área de estudio.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Usos
Aguacatillo	Persea Sp	Lauraceae	Ornamental-Maderable
Arenillo De Cananguchal	Qualea Ingens	Vochysiaceae	Maderable
Balso	Ochroma Sp.	Bombacaceae	Ornamental-Maderable
Cacao Silvestre	Herrania Sp	Sterculiaceae	Frutal
Caimo - Caimitillo	Pouteria Caimito	Sapotaceae	Maderable
Cedro	Cedrela Odorata	Meliaceae	Maderable
Granadillo	<i>Platymiscium sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	Maderable
Guamo	<i>Inga acrocephala</i>	<i>Mimosaceae</i>	Frutal
Guamo Diablo - Varasanta	<i>Tachigali paniculata</i>	<i>Caesalpinaceae</i>	Maderable
Laurel	<i>Ocotea oblonga</i>	<i>Lauraceae</i>	Maderable
Lechero	<i>Ambelania occidentalis</i>	<i>Apocynaceae</i>	Maderable

Nombre común	Nombre científico	Familia	Usos
Morochillo - Aguachento	<i>Miconia theaezans</i>	<i>Melastomataceae</i>	Ornamental- Maderable
Mortecino	<i>Micandra spruceana</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Ornamental- Maderable
Palma 1000 Pesos	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart	<i>Arecaceae</i>	Ornamental
Palma Canangucha	<i>Mauritia Flexuosa</i>	<i>Arecaceae</i>	Ornamental
Palma Corunta	<i>Syagrus sancona</i>	<i>Arecaceae</i>	Ornamental
Papayuelo	<i>Jacaratia spinosa</i>	<i>Caricaceae</i>	Ornamental
Roble	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	<i>Caesalpinaceae</i>	Maderable
Sangretoro	<i>Virola sp.</i>	<i>Myristicaceae</i>	Maderable
Uva Caimarona	<i>Pourouma</i> <i>cecropiaefolia</i>	<i>Cecropiaceae</i>	Frutal
Yarumo	<i>Cecropia sciadophylla</i>	<i>Moraceae</i>	Ornamental

Nota: Fuente. Ingeniería y Medio Ambiente S.A.S, (2015)

4.1.6 Fauna. En la zona de estudio se refleja una disminución de diversas especies de fauna, donde se destacan diferentes especies de loros, pericos y guacamayas, de igual manera se puede mencionar diferentes tipos de anfibios como lo es las especies de ranas registradas a nivel regional como *Allobates femoralis*, *Hypsiboas cinerascens*, *Leptodactylus pentadactylus*, entre otras.

En lo que respecta a los reptiles se evidencia diferentes especies de lagartos, serpientes y tortugas, que por sus características fisiológicas y biológicas son muy sensibles a las modificaciones de su hábitat, motivo por el cual son empleados como bioindicadores en la detección de perturbaciones.

Por otro lado, las aves se encuentran seriamente amenazadas. La destrucción y fragmentación de hábitats, la contaminación y la cacería han llevado a un creciente número de especies en una situación precaria.

4.1.7 Hidrología. En lo que respecta a la hidrología del área de estudio, se llevó a cabo una descripción jerárquica, partiendo desde la vertiente de la red hídrica del río Amazonas, gran cuenca red hídrica río Putumayo, cuenca río Cohembi, y la subcuenca quebrada Campo Alegre.

El río Amazonas nace al noroeste del vecino país Perú, sobre la cordillera de Los Andes a 5597 m.s.n.m. más específicamente en la montaña Mismi, nace de la unión de los ríos El Ucayali y El Marañón los cuales también tienen su nacimiento en la cordillera de los Andes. En el pico de la estación lluviosa el río Amazonas presenta una profundidad promedio de 40 m y un ancho promedio de 40 km, en su recorrido descargan en él sus aguas más de 1000 ríos afluentes de importancia, existiendo más de 25 tributarios que superan los 1000 km de longitud (POMCA, Cuenca Alta Río Putumayo, 2009).

La zona hídrica del río Putumayo forma parte de la vertiente del Amazonas, nace en la Cordillera Oriental en el nudo de Los Pastos, al noreste de la laguna de La Cocha, aproximadamente a 3996,48 m.s.n.m., realiza un recorrido noroeste – sureste, tiene un área aproximada de 148.000 km². Esta corriente hídrica corre por el territorio del departamento del

Putumayo hasta la desembocadura del río San Miguel donde sirve de límite con el Ecuador (POMCA, Cuenca Alta Rio Putumayo, 2009).

El río Putumayo hace parte de la intendencia fluvial del Amazonas, cuenta con las inspecciones fluviales de Puerto Asís y Puerto Leguízamo, posee una navegabilidad de 1800 km desde Puerto Asís hasta su desembocadura sobre el Río Amazonas en el vecino país Brasil. Entre sus numerosos afluentes se encuentran los ríos Orito, Acae, Guamuez, Cocaya, Cohembí, San Miguel, Yabineto, Cara Paraná, entre otros. Esta jerarquización se detalla en la figura 1.

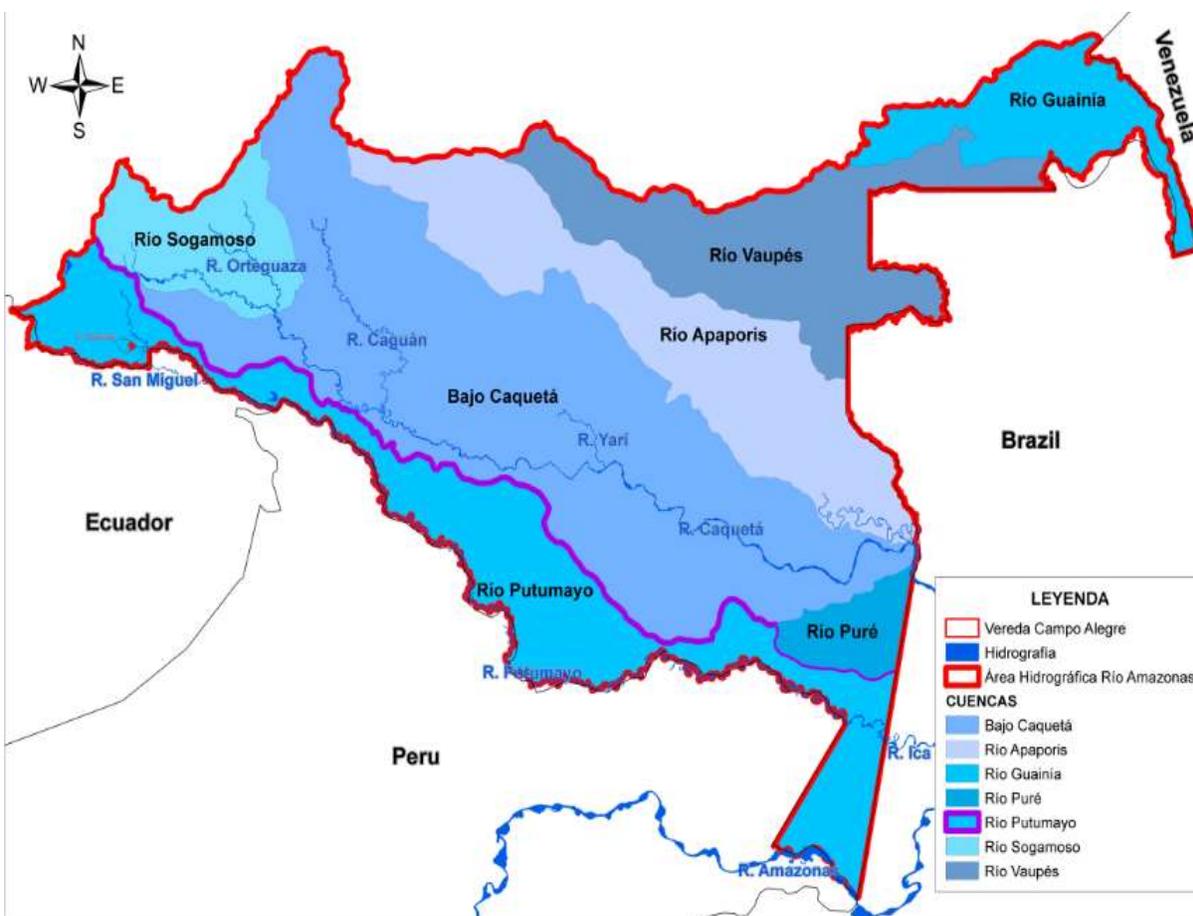


Figura 1. Área Hidrológica Ríos Amazonas y Putumayo. Fuente: Autores del proyecto (2016)

La cuenca del río Cohembí nace en el municipio del Valle del Guamuez, a una altura aproximada de 300 m.s.n.m., drena principalmente en dirección Noroccidente – Suroriente, por una longitud de 85,65 km, hasta entregar sus aguas en el río Putumayo a una altura cercana a los 250 m.s.n.m., su área de drenaje tiene una extensión de 714,73 km², de forma categorizada como ligeramente alargada, con densidad de drenaje baja, entre los afluentes que posee se encuentra la Subcuenca quebrada Campo Alegre.

En cuanto a la Subcuenca quebrada Campo Alegre, su nacimiento se presenta a una altura de 280 m.s.n.m., en el municipio de Puerto Asís, con una longitud de 15,88 km, su dirección de flujo sobresaliente se presenta en sentido Noroccidente – Suroriente, desemboca en el río Cohembí, a una altura de 260 m.s.n.m, su cuenca tiene un área de 127,52 km², categorizada de forma muy ensanchada.

4.1.8 Unidades Hidrogeológicas. De acuerdo a los análisis de la bibliografía existente la clase de acuífero que se presenta en la zona de estudio es de capacidad media que son aquellos con capacidad específica entre 1,0 y 2,0 l/s/m. La transmisividad varía entre 40 m/día y 140 m/día con una producción promedia por pozo de 15 l/s y una capacidad específica baja con valores promedio de 2,5 l/s/m, por lo que se caracteriza este acuífero como de media productividad; los niveles estáticos se localizan a profundidades entre 1,5 m y 12 m, caudales entre 1 l/s y 3 l/s y las conductividades hidráulicas varían entre 1 y 6 m/día.

Estas áreas están asociadas con los acuíferos de terrazas y de llanura aluvial, alcanzando un espesor entre 5 m y 30 m. Conformado por material heterogéneo de gravas, arenas, limos y arcillas, producto de la erosión y transporte de los sedimentos y rocas adyacentes. Es recargado por las corrientes superficiales y por la infiltración directa del agua lluvia, ocurriendo su descarga natural a través de los bordes de las terrazas con caudales menores de 1,5 l/s. En las épocas de sequía contribuye al flujo base de estas corrientes.

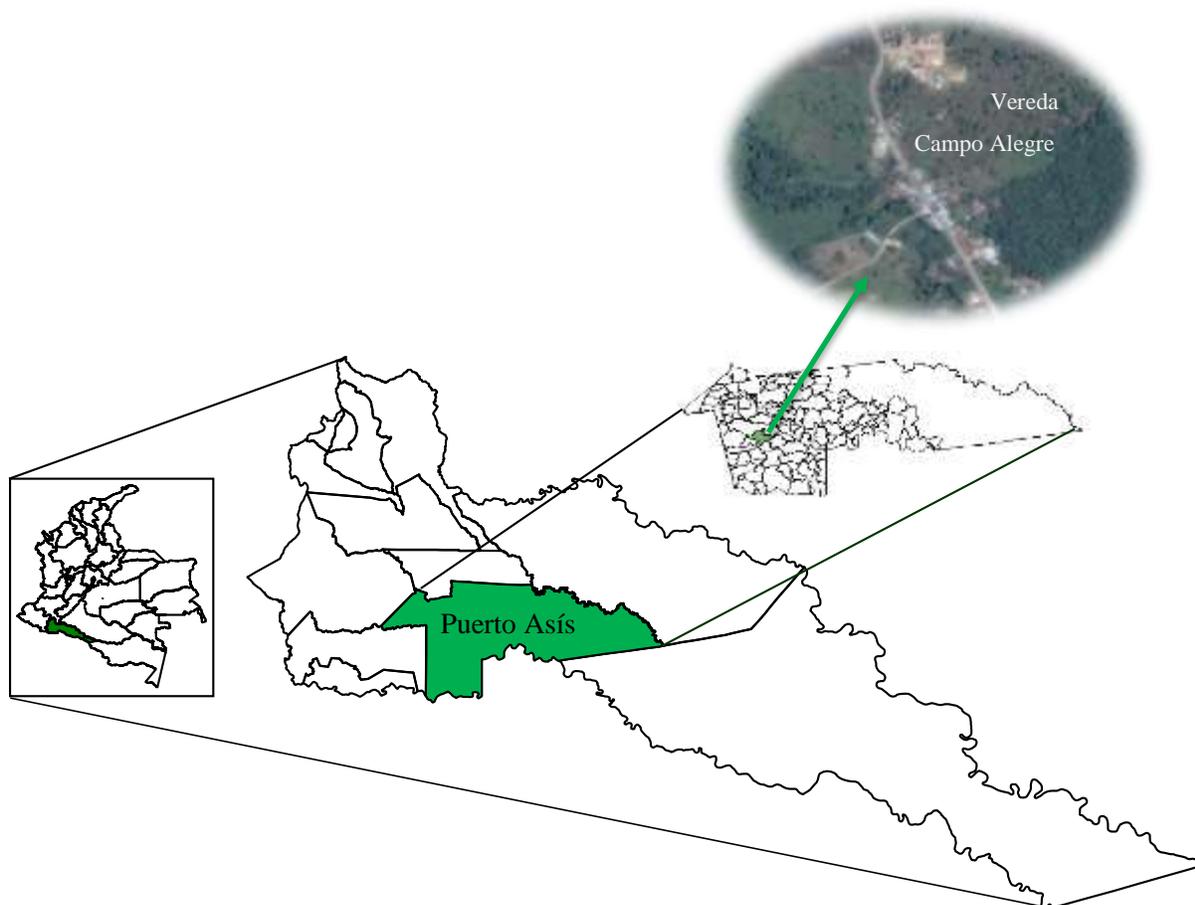


Figura 3. Localización General Vereda Campo alegre. Fuente: Autores del proyecto (2016)

La vereda está conformada por un total de 96 familias para una población de 330 habitantes aproximadamente y su forma de abastecimiento de agua para consumo humano corresponde 96,8% de aljibes, y 3,2% de la quebrada Campo Alegre (figura 4), la información detallada de los puntos de abastecimiento de agua se encuentran en el apéndice A y los puntos muestreados para esta investigación se detallan en el apéndice B.

4.1.10 **Descripción Del Área.** Para la realización de la descripción del área de estudio que consiste en la vereda Campo Alegre se llevaron a cabo encuestas (Apéndice D), entrevista y un Diagnóstico Rural Participativo (DRP) que se puede visualizar en el apéndice C.

Usos de agua. Mediante visitas a campo, encuestas y el diagnóstico rural participativo (DRP) se identificó que el agua correspondiente a la Subcuenca quebrada Campo Alegre es utilizada por la comunidad sobre todo para realizar tareas domésticas (lavado de ropa) y algunos como balneario, pues sobre su curso se encuentra ubicado los asentamientos de la vereda del mismo nombre.

En el área de estudio, los aljibes son la práctica más común para la obtención de agua para uso doméstico y consumo, la cual se han convertido en una importante fuente de suministro de agua, debido a que no cuenta con una red de distribución de acueducto.

En temporadas de verano, algunos aljibes no cuentan con buena disponibilidad de agua, y si la hay presenta un color grisáceo o amarillo (Apéndice C) con presencia de olores ofensivos, por lo que los habitantes rechazan estas aguas y optan por comprar bolsas de agua. Como lo manifiesta un miembro de la comunidad:

“En temporadas de verano como lo es en los meses de inicio de año no podemos tomar agua del aljibe, debido a que presenta un olor desagradable (barro podrido) posiblemente debido a la baja disponibilidad; cuando contamos con los recursos compramos bolsas de agua

de 5L, que es utilizada para consumo. De igual manera en los tiempos de verano nos desplazamos donde los vecinos quienes nos comparten este preciado líquido, en ocasiones hay aljibes que abastecen dos o más familias”.

Para conocer el uso de las fuentes hídricas de la comunidad de Campo Alegre se les preguntó a un porcentaje representativo de la población, cuál era la fuente que abastecía su vivienda en los últimos años como se evidencia en la figura 4.

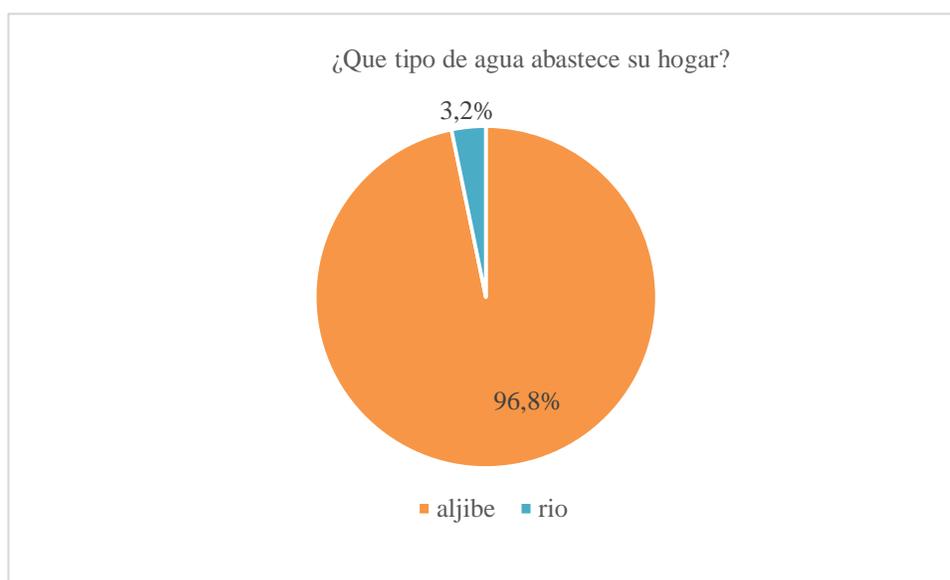


Figura 4. Resultado de encuesta que muestra el tipo fuente hídrica con mayor porcentaje de abastecimiento. Fuente: Autores del proyecto.

Como se observa en la figura 4, el 96,8% de la población encuestada utiliza aljibe como su fuente de abastecimiento de agua y el 3,2 utiliza el agua de la quebrada Campo Alegre. Del 96,8 que hacen uso de aljibes solo el 12% utiliza revestimiento de concreto de forma anillado.

También se les preguntó si el tipo de fuente que utilizaban presentaba escasez en tiempos de menos lluvias. De los cuales el 100% presenta escasez y que de éstos, el 40% de los aljibes toman un olor y color desagradable.

Manejo de aguas residuales. La vereda no cuenta con servicio de alcantarillado, el drenaje de las aguas residuales domésticas, se realiza por medio de pozos sépticos y ciertas viviendas realizan sus vertimientos directamente a la quebrada. Los tanques sépticos usados, en su mayoría están contruidos rudimentariamente por los mismos usuarios sin revestimiento lo que los hace trabajar como si fueran pozos de infiltración. Este tipo de disposición de las aguas residuales está contaminando los propios acuíferos o aljibes de donde se extrae el agua para consumo domiciliario. Los receptores de los efluentes de las aguas residuales, son en general los drenajes naturales de la zona y la quebrada Campo Alegre. Evidentemente están siendo usados inadecuadamente y están recibiendo numerosas descargas de aguas residuales domésticas por largos periodos de tiempos, algunos pozos sépticos actualmente generan malos olores, proliferación de insectos y roedores.

Algunas viviendas realizan cunetas para transportar las aguas de las actividades domésticas hacia sectores lejanos donde generalmente se encuentran humedales. Estas cunetas pasan cerca de los aljibes generando posibles infiltraciones a estos cuerpos de agua.

Residuos Sólidos, la vereda no cuenta con un sistema de recolección de residuos sólidos, esta actividad la realiza los propios habitantes mediante quema de los residuos sólidos y en

ocasionases los entierran o simplemente los arrojan al aire libre o la quebrada Campo Alegre, lo cual genera acumulación de basuras con problemas derivados como olores desagradables, así como la proliferación de vectores y roedores debido al manejo inadecuado que se viene realizando.

Dinámica Poblacional. La población de esta vereda como el resto del corredor presenta asentamientos de tipo disperso, con pequeñas concentraciones alrededor de la Escuela Rural Mista San Gerardo y centros recreativos, como lo es la cancha de fútbol y la caseta comunal, en donde se llevan a cabo campeonatos relámpagos con veredas vecinas.

Teniendo en cuenta la caracterización colona-campesina en la vereda Campo Alegre, se analiza un comportamiento de la población mediante entrevistas y charlas con los habitantes, donde se pudo constatar que el crecimiento se da a partir de la construcción de la carretera que une a los corregimientos de Puerto Vega con Teteyé, y la vía que desde la vereda Campo Alegre comunica con el Municipio del Valle de Guamuez (corregimiento del Tigre).

En este contexto también se dice que la bonanza de la coca atrajo personas de otros departamentos, lo cual generó un mayor aumento de la población, quienes se dedicaban a cultivar, raspar y transformar la hoja de coca. Este fenómeno conllevó al cambio del uso del suelo, así la actividad agropecuaria fue reemplazada por cultivos ilícitos.

Durante la década de los 90's, los colonos asentados en esta zona se vieron afectados por la violencia que vivió el municipio de Puerto Asís por razón del narcotráfico, donde se presentaba con mucha frecuencia confrontaciones de grupos armados al margen de la ley. Este conflicto armado interno ha afectado de forma considerable a la población civil, ya que ha sido víctima de asesinatos, desapariciones forzadas y masacres.

Durante la primera década de este siglo y con la consolidación de los acuerdos de paz la actividad petrolera en el corredor vial Puerto Vega – Teteye Campo Alegre – el Tigre, se ha venido concesionando nuevos campos de exploración y explotación.

Industria petrolera. Dentro del Área de Influencia se identificó un polígono con un área de 2,54 ha aproximadamente, correspondiente a una plataforma de producción nombrado Campo Quinde como se evidencia en la figura 5, del Bloque Suroriente, se localiza al Sur-Occidente del Departamento de Putumayo en jurisdicción del municipio de Puerto Asís con un tiempo de producción de más de veinte (20) años que ha brindado empleo a la comunidad de mano de obra no calificada. En esta área petrolera se encuentran 4 pozos de explotación de crudo que por la baja del petróleo cesaron actividades de 3 pozos. En la actualidad se encuentran concesionados en el área de exploración del PUT 7 que indica en la figura 5, con un nuevo bloque llamado APE Cumplidor con diez (10) pozos de extracción.

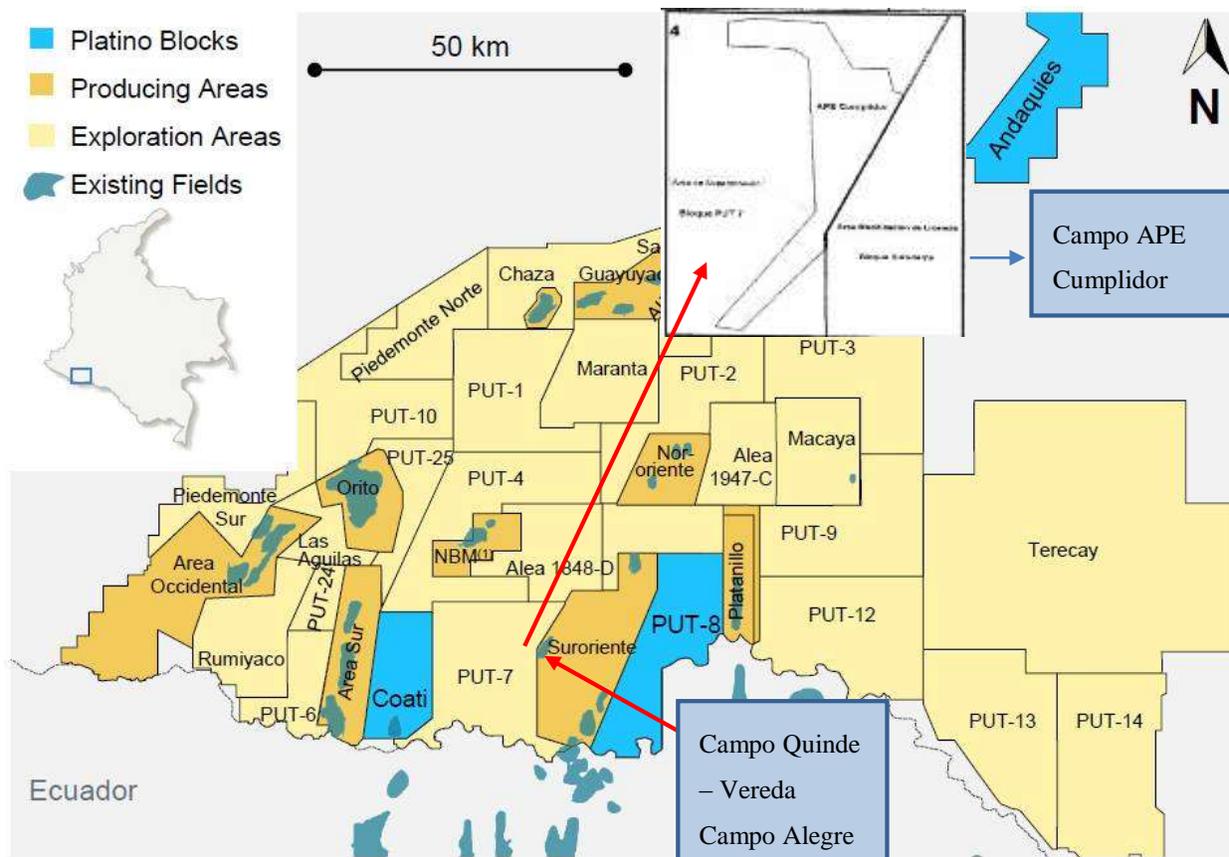


Figura 5. Localización área de explotación y exploración en la vereda Campo Alegre. Fuente: Bloque Putumayo Platino Energía.

Agricultura. La región donde se encuentra ubicada el área de influencia se caracteriza por presentar una fuerte afectación a las zonas boscosas, la fragmentación a estos ecosistemas se ha presentado principalmente por la ampliación de los cultivos ilícitos, debido a las costumbres de los pobladores y falta de apoyo de las entidades gubernamentales. En segunda instancia por las condiciones topográficas y climáticas de la zona se favorecen el establecimiento de pastos para el manejo de ganadería semi-intensiva, y por último por pequeñas zonas que comprende áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año (cultivos transitorios) como el arroz, maíz, plátano y yuca para sustento de la población.

4.2 Evaluación fisicoquímica y microbiológica de los pozos subterráneos (aljibes) y la quebrada de la vereda Campo Alegre

A continuación se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los doce (12) puntos de pozos subterráneos (aljibe) y de tres (3) puntos de la subcuenca quebrada Campo Alegre (quebrada 1 aguas arriba de la población, quebrada 2 en la concentración de la población y quebrada 3 aguas abajo de la población), con un total de 15 muestras analizadas.

Los puntos en donde se colectaron las quince (15) muestras que se indican en las tablas 3, 4, 5, 6 y 7 se pueden evidenciar mediante una salida gráfica en el apéndice B.

4.2.1 Resultados Parámetros Físicos. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos al evaluar pH, Color aparente, Conductividad y Sólidos en las diferentes muestras colectadas. En la Figura 6 se pueden ver los valores de pH obtenidos en las diferentes muestras.

Tabla 3

Parámetros Físicos de pH, Color aparente, Conductividad y Sólidos

Puntos Muestreados	pH	Color aparente (UPC)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	SS (mg/L)	SD (mg/L)	ST (mg/L)
Punto 01 Aljibe	6,88	30	97,4	320	80	400

Puntos Muestreados	pH	Color aparente (UPC)	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	SS (mg/L)	SD (mg/L)	ST (mg/L)
Punto 02 Aljibe	7,4	26	539,6	310	980	1290
Punto 03 Aljibe	6,63	50	307,2	280	60	340
Punto 04 Aljibe	7,2	30	730,7	280	1770	1450
Punto 05 Aljibe	6,22	48	279,4	280	80	360
Punto 06 Aljibe	7,31	24	137,2	320	400	720
Punto 07 Aljibe	7,82	39	168,5	340	70	410
Punto 08 Aljibe	5,5	22	118	340	40	380
Punto 09 Aljibe	7,62	62	92,7	320	360	680
Punto 10 Aljibe	7,2	30	150,7	330	110	440
Punto 11 Aljibe	6,81	60	329,6	320	310	630
Punto 12 Aljibe	7,2	21	105,8	300	70	370
Quebrada 1	7,2	73	404,1	200	320	520
Quebrada 2	6,58	75	443,7	300	120	420
Quebrada 3	6,77	77	405,8	350	160	510

Nota. La tabla 3 muestra los valores de pH, conductividad, color aparente, sólidos suspendidos (SS), sólidos disueltos (SD) y sólidos totales (ST) de los puntos de muestreo en la vereda Campo Alegre; la categoría punto se toma para los aljibes o pozos subterráneos, y quebrada 1, 2, 3 para los puestos muestreados en la quebrada Campo Alegre. Fuente: Autores del proyecto (2016)

Resultados pH. Analizando la Figura 6 con relación al pH, los valores reportados en los aljibes resultaron ser casi neutros con una ligera tendencia ácida propiciada por los suelos amazónicos los cuales se caracterizan por ser de carácter ácido, encontrándose dentro de los rangos establecidos en los artículos 38 y 39 del decreto 1594/84 (5 a 9). Como se evidencia en

la gráfica, el menor valor de pH se encuentra en el punto 8 con 5,55 unidades, y el valor más alto en el punto 7 con un registro de 7.82 unidades.

Los puntos de muestreo de aguas superficiales evaluados (Quebrada 1, Quebrada 2 y Quebrada 3), registraron valores de pH de 6.58 a 7.20 unidades, aunque aún de esta manera se encuentran dentro del rango expuesto en el artículo 38 y 39 del Decreto 1594 de 1984, indica que se puede llevar a cabo un tratamiento convencional antes de emplear el agua con los fines anteriormente mencionados.

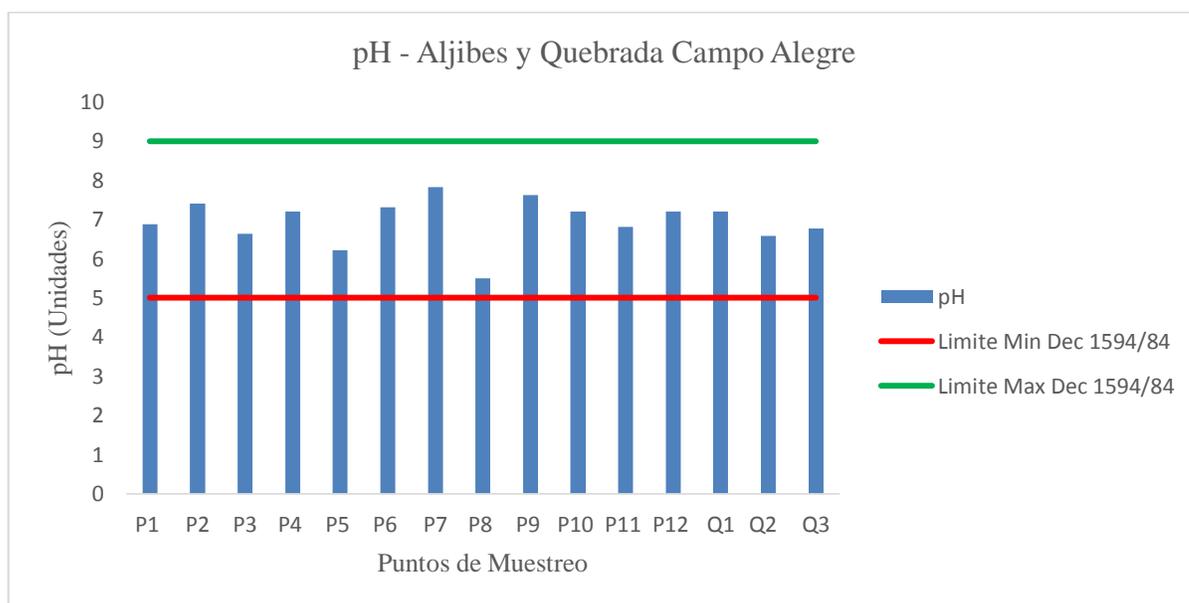


Figura 6. Resultados de pH de los puntos recolectados de los aljibes y quebrada Campo Alegre. Fuente: Autores del proyecto (2016)

Nota. En la figura 6 se evidencia el valor del pH de todos los puntos muestreados de color azul. La línea verde muestra el límite máximo permitido (9 unidades) por el decreto 1594 de

1984 y la línea roja representa el valor mínimo permisible (5 unidades) de acuerdo a este decreto.

Resultados conductividad. Las muestras de agua tomadas, arrojó resultados relativamente bajos para los puntos muestreados, como puede verse en la Figura 7. Se reportaron resultados entre 92,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Punto 9) y 730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Punto 4); dichos valores indican aguas con baja cantidad de sales y baja densidad de iones disociados en el agua. Los puntos que tienen mayor valor son el punto 2 con 539,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el punto 4 con 730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por lo que son los puntos con mayor valor de sólidos disueltos como se indica en la tabla 3 ya que el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos. Según lo establecido en el decreto 475 de 1998 la conductividad para aguas seguras deben ser < 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por lo que los valores de los puntos muestreados se encuentran dentro de lo establecido. En cuanto a la resolución 2115 de 2007 que establece el valor máximo de la conductividad de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para agua apta para consumo humano, los valores reportados de los puntos muestreados están por debajo de este valor.

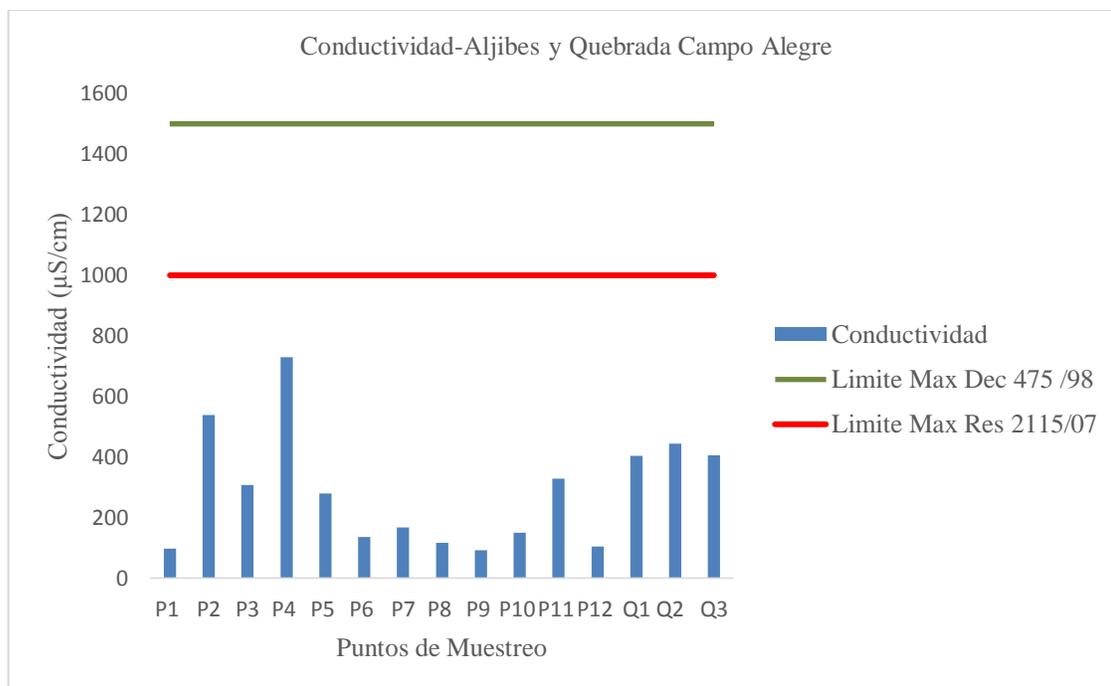


Figura 7. Resultados de la conductividad puntos muestreados de la vereda Campo Alegre.

Fuente: Autores del proyecto (2016)

Nota. La figura 7 representa los valores de conductividad obtenidos de los análisis de laboratorio. Las barras de color azul muestran dichos valores, la línea de color verde representa el valor máximo permisible por el artículo 36 del decreto 475 de 1998 como agua segura y la línea de color roja representa el límite máximo permisible por el artículo 3 de la resolución 2115 de 2007 que determina los valores para agua apta para consumo humano.

Resultados color aparente. El color aparente va muy ligado a los sólidos y la turbiedad presente en el agua. Los resultados pueden verse en la Figura 8. El color aparente de las muestras registra valores altos entre 21 UPC en el punto 12 y 77 UPC en el punto de la quebrada 3. El punto con mayor valor se debe principalmente a un vertimiento cercano al punto

de muestreo en que realiza una ligera turbulencia y actúa la materia orgánica en descomposición; en aguas subterráneas los altos valores de color se pueden deber a la presencia de extractos del suelo y de fragmentos muertos de plantas, capaces de acidificar el agua. De acuerdo a la resolución 2115 de 2007 que establece como valor máximo aceptable 15 UPC, los puntos muestreados requieren de un tratamiento convencional para ser consumida por la comunidad.

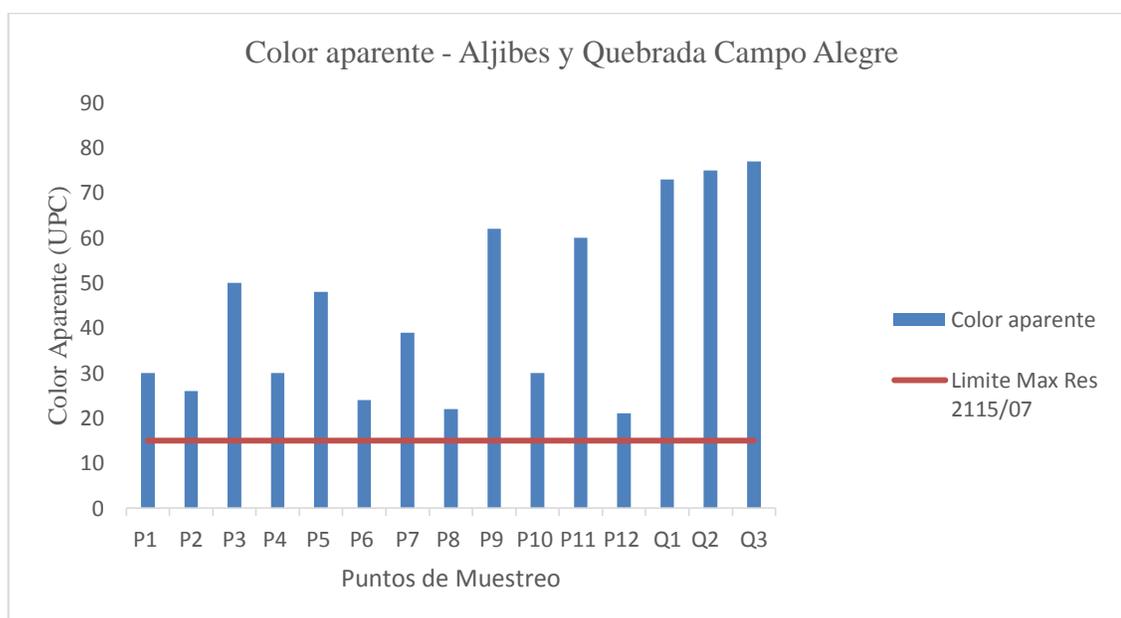


Figura 8. Resultados del color aparente de los puntos muestreados vereda Campo Alegre.

Fuente: Autores del proyecto (2016)

Nota. En la figura 8 la línea roja representa el valor máximo aceptable por la resolución 2115 de 2007 en el artículo 3 establece que el color no puede sobrepasar 15 UPC.

Resultados sólidos totales. Los sólidos están directamente relacionados con la turbidez y otros parámetros físicos como el color, ya que las partículas que se encuentran suspendidas en la columna del agua generan dispersión de la luz, por lo que al aumentar los sólidos en suspensión aumenta la turbidez, lo que puede llevar al rechazo para su consumo. Los resultados pueden verse en la Figura 9.

El punto 2 y el punto 4 reportaron los valores de sólidos totales más altos de 1290 mg/L y 1450 mg/L respectivamente. Estos resultados dan una consideración de la calidad física del agua, relacionada a la presencia de materiales coloides, sólidos, y materia orgánica presente en el agua de estos puntos, además de ser aguas de aljibes que cuentan con frecuente desprendimiento de suelo al no tener una cobertura de concreto. Según el decreto 475 de 1998 que determina el máximo valor de sólidos totales de 1000 mg/L para considerarse agua segura, los puntos antes mencionados sobrepasan este valor lo que indica que para su consumo se debe realizar un sistema convencional de potabilización o por lo menos un sistema de filtración; los demás puntos de muestreo se encuentran por debajo de lo estimado por la norma pero no por esto son excluidos de un sistemas de tratamiento ya que presentan valores considerables de sólidos disueltos como se observa en la tabla 3.

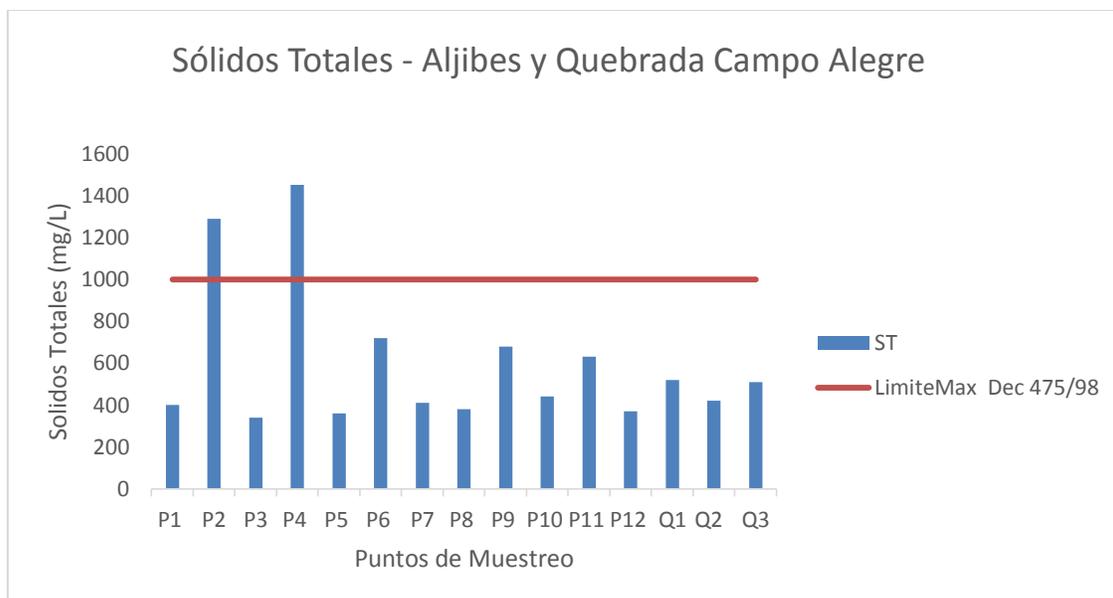


Figura 9. Resultados de los Sólidos Totales punto de aljibes y quebrada Campo Alegre.

Fuente: Autores del proyecto (2016).

Nota. La línea de color roja en la figura 9 representa el valor máximo aceptable de sólidos totales para el artículo 36 del decreto 475 de 1998 de 1000 mg/L para ser agua segura.

En cuanto a la turbidez sólo se generan valores en el punto 4 con 0.1 Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT) que es el punto que presenta el mayor valor de sólidos. Para los demás puntos muestreados se registran valores de 0 UNT, probablemente porque los niveles estuvieron por debajo del límite de detección del equipo empleado, el Xplorer GLX.

4.2.2 Resultados De Parámetros Químicos. En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos al evaluar Nitritos, Nitratos y Sulfatos en las diferentes muestras colectadas. En la Figura 10 y 11 se pueden ver los valores de los parámetros antes mencionados.

Tabla 4.

Resultados de parámetros químicos los Nitratos, Nitritos y Sulfatos

PUNTOS MUESTREADOS	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)	Sulfatos (mg/L)
Punto 01 Aljibe	3	1,7	9
Punto 02 Aljibe	2	0,9	17
Punto 03 Aljibe	3	1,9	9
Punto 04 Aljibe	3	1,1	8
Punto 05 Aljibe	7	2,5	3
Punto 06 Aljibe	2	1,7	22
Punto 07 Aljibe	18	12,6	34
Punto 08 Aljibe	2	1,2	1
Punto 09 Aljibe	9	4,3	27
Punto 10 Aljibe	2	1	1
Punto 11 Aljibe	3	2,3	3
Punto 12 Aljibe	3	0,8	19
Quebrada 1	2	1,2	3
Quebrada 2	6	3,1	8
Quebrada 3	7	4,7	8

Nota. La tabla 4 muestra los valores de nitratos, nitritos y sulfatos de los puntos de muestreo en la vereda Campo Alegre y aljibes; la categoría punto se toma para los aljibes o pozos

subterráneos y quebrada 1, 2, 3 para los puestos muestreados a la quebrada Campo Alegre.

Fuente: Autores del Proyecto (2016)

Resultados Nitratos y Nitritos. Los compuestos del nitrógeno representan un papel muy importante puesto que son ellos los verdaderamente responsables del crecimiento de los organismos animales y vegetales en el medio acuático. En condiciones normales, los compuestos nitrogenados del agua provienen fundamentalmente de la degradación de la materia orgánica muerta, que a su vez ha sido absorbida de la atmósfera para su metabolismo como parte del ciclo de este compuesto.

Por lo anterior las altas concentraciones de nitritos y nitratos en las aguas subterráneas se deben probablemente a la presencia de gran número de pozos sépticos que por infiltración contamina los aljibes. El punto Aljibe 7, que presenta una concentración más elevada de nitratos y nitritos con 18 mg/L y 12,6 mg/L respectivamente; esto se debe a que es el aljibe con mayor presencia de pozos sépticos registrados; en este punto se encuentran 8 pozos sépticos clausurados y 3 en funcionamiento, como también se debe al inadecuado manejo de los residuos sólidos los cuales son depositados en un hueco cerca al aljibe donde se deja a la intemperie y cuando se llena de agua se filtra hasta llegar al aljibe; otra posibilidad son también los vertimientos de aguas domésticas que los dueños de este aljibe manejan, los cuales son depositados en una zanja donde se deja correr el agua usada de las actividades domésticas hasta un punto lejano sin ningún control como se evidencia en el Apéndice C.

Los nitritos son un parámetro que indica una posible contaminación reciente por materia orgánica en la zona de muestreo. En todos los puntos, se evidencia que superan los

valores permisibles para considerarse agua segura, esto puede deberse a la cercanía de pozos sépticos por lo que es importante reducir estos niveles de estos compuestos ya que valores altos pueden ocasionar enfermedades como la metahemoglobinemia. Una solución para eliminar los nitritos del agua es oxidándolos a nitratos (los nitratos son menos tóxicos que los nitritos). Esto puede conseguirse mediante la inyección de ozono en el agua. El ozono es un producto químico muy oxidante que oxidará todos los nitritos a nitratos, eliminando de esta forma la toxicidad causada por los primeros. También se puede reducir estas concentraciones aplicando sulfato de aluminio.

En cuanto a los puntos muestreados de la sub-cuenca quebrada Campo Alegre, en el punto 2 los valores altos de nitratos y nitritos se deben a los vertimientos generados por los pobladores pues es en este punto es en donde reside la mayoría de la población.

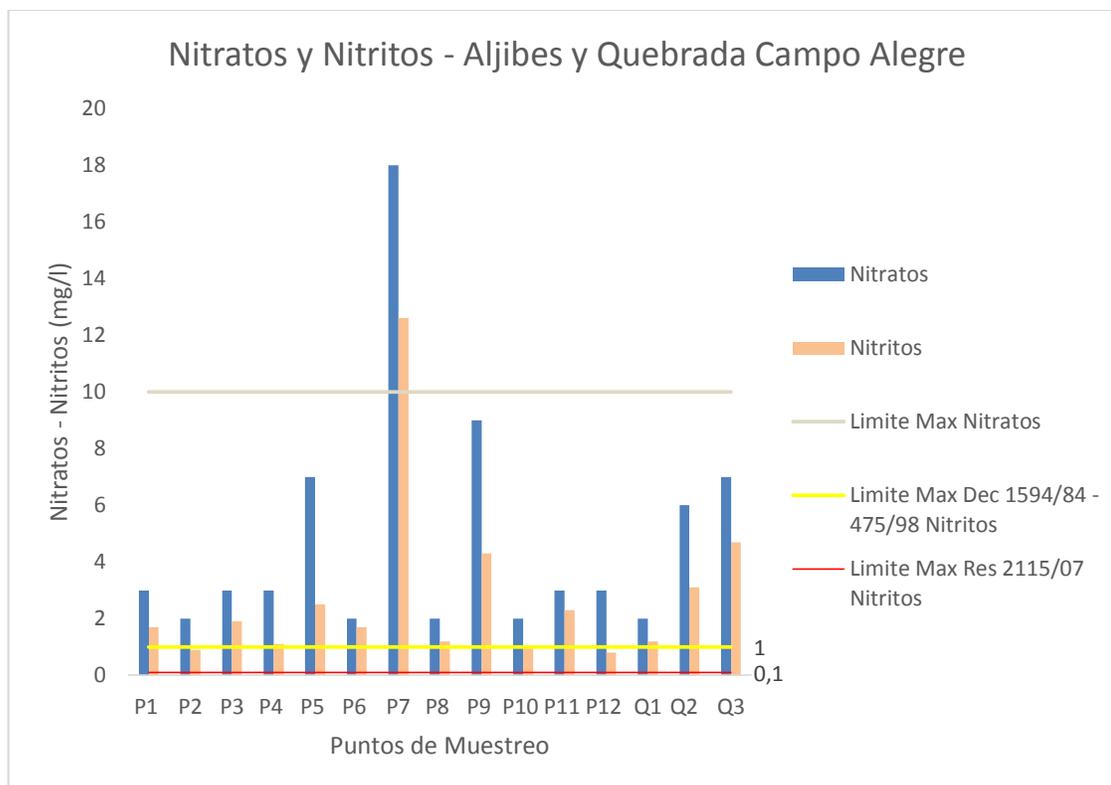


Figura 10. Resultados obtenidos para Nitratos y Nitritos, en los puntos de aljibes y la quebrada Campo Alegre. Fuente: Autores del proyecto (2016)

Nota. En la figura 10 la línea roja representa el valor máximo permisible de agua apta para consumo humano de la resolución 2115 de 2007 de 0,1 mg/L para nitritos, la línea amarilla representa el valor máximo permisible de agua segura del decreto 475 de 1998 al igual que el decreto 1594 de 1984 de agua cruda para nitritos de 1 mg/L y la línea gris representa el valor máximo permisible de nitratos para los decretos 1594 de 1984 y 475 de 1998 de 10 mg/L y resolución 2115 de 2007.

Resultados de sulfatos. Se puede observar en la figura 11 que el contenido de sulfato es de 3 a 34 mg/L lo cual quiere decir que su concentración es baja respecto a los límites máximos

de las normatividades antes mencionadas. El contenido de sulfatos en las aguas se debe a la oxidación de minerales sulfurosos y terrenos ricos como los yesos, lo cual no se evidencia en los puntos de muestreo, por lo que no presenta problemas de potabilidad el agua para consumo humano debido a este parámetro.

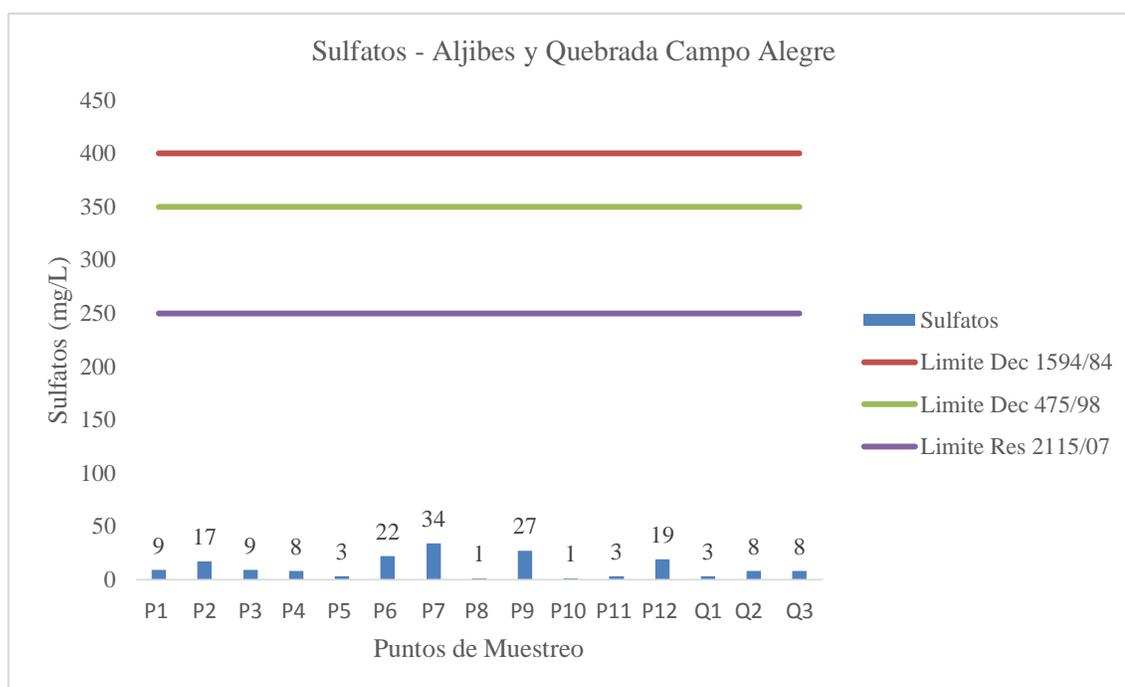


Figura 11. Resultados de Sulfatos para los puntos de muestreo en aljibes y en la quebrada Campo Alegre. Fuente: Autores del proyecto (2016).

Nota. La línea de color morado en la figura 11 representa el límite máximo permisible para el parámetro de sulfato referente al agua apta para consumo humano según la resolución 2115 de 2007 que es de 250 mg/L, la línea verde representa el límite máximo permisible para agua segura según el decreto 475 de 1998 que es de 350 mg/L y la línea roja el valor máximo permisible de agua cruda para tratamiento convencional según el decreto 1594 de 1984 que es de 400 mg/L.

Tabla 5.

Resultados para Alcalinidad Total (AT,) Dureza Total (DT), Oxígeno Disuelto (OD) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) de los puntos muestreados en la vereda Campo Alegre

Puntos Muestreados	AT (mgCaCO ₃ / L)	DT (mgCaCO ₃ / L)	OD (mgCo / L)	DBO ₅ (mgO ₂ / L)
P1	45,2	44	2,5	<2
P2	118,4	100	5	<2
P3	54,8	44	6	<2
P4	136	120	3,5	<2
P5	33,2	36	2,8	<2
P6	34,8	31	4,9	<2
P7	68	53	1,8	<2
P8	32,4	30	4,4	<2
P9	20,8	18	2,3	<2
P10	34,4	33	4,5	<2
P11	6,4	16	3,6	<2
P12	24	32	5,4	<2
Q1	83,6	80	4,5	<2
Q2	4,8	11	5,2	<2
Q3	19,6	31	4,8	<2

Nota. La tabla 5 muestra los valores de Alcalinidad total (AT), dureza total (DT), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y oxígeno disuelto (OD) de los puntos de muestreos en la vereda Campo Alegre; la categoría punto se toma para los aljibes o pozos subterráneos y quebrada 1, 2, 3 para los puntos muestreados a la quebrada Campo Alegre.

Resultados Alcalinidad total y Dureza total. Analizando la figura 12 los valores de alcalinidad reportados indican baja concentración de sales minerales y elementos reactivos con

los minerales del suelo para la mayoría de los puntos muestreados, los cuales tienen valores que se encuentran entre 4,8 mgCaCO₃/L a 136 mgCaCO₃/L.

Se puede observar en la figura 12 que los valores de dureza se encuentran en un rango de 11 a 120 mgCaCO₃/L lo que quiere decir que las muestras de agua analizada en algunos puntos tiene una tendencia a ser blandas.

En lo que respecta a la quebrada Campo Alegre como se observa en la figura 12 el punto quebrada 1 presenta valores apropiados de alcalinidad y dureza, y en el punto quebrada 2 los valores de alcalinidad y dureza bajan considerablemente posiblemente debido a la presencia de vertimientos puntuales y disposición de residuos sólidos que los habitantes realizan en este trayecto por ser el punto más cercano a los asentamientos. Ya en el punto quebrada 3 el agua por su capacidad de resiliencia busca estabilizar su calidad; en este trayecto se encuentra buena presencia de bosque relicto lo que mejora las condiciones de oxígeno; pero debido a la presencia de un vertimiento puntual cerca a este punto no se logra obtener valores que estabilice la alcalinidad y la dureza.

Las bajas concentraciones de alcalinidad y dureza en el agua dificultan la disolución de sólidos y genera posibles enfermedades como cáncer estomacal y despigmentación de la piel en los habitantes; por lo que es necesario elevar las concentraciones de alcalinidad y dureza suministrando cal u oxigenando el agua.

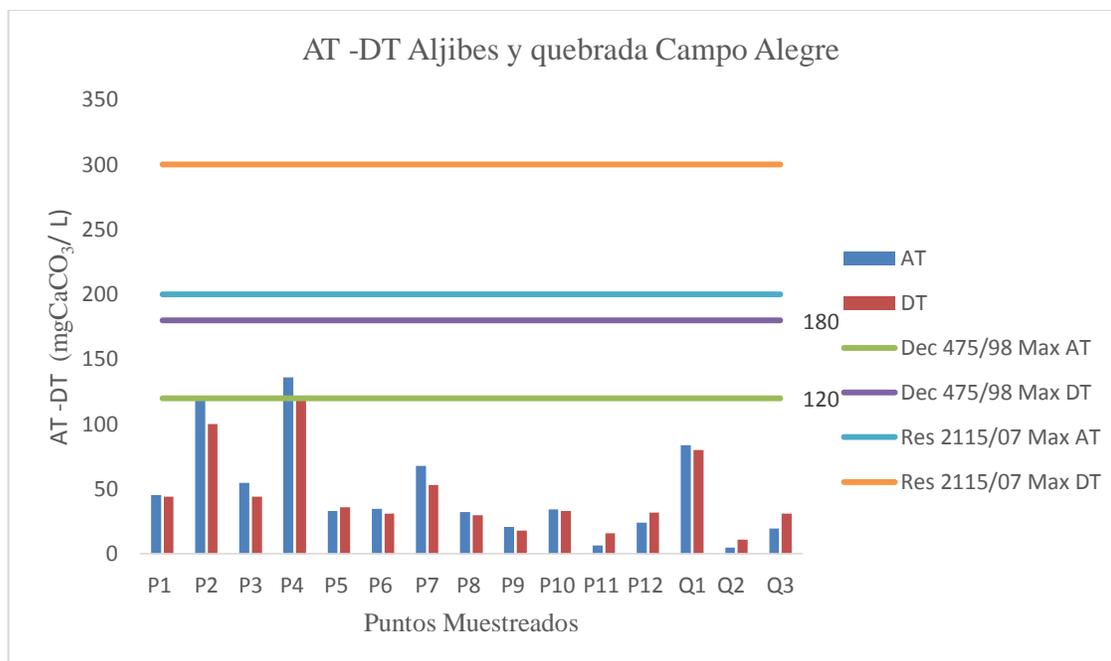


Figura 12. Resultados de alcalinidad total (AT) y dureza total (DT) de los puntos muestreados. Fuente. Autores del proyecto (2016)

Nota. Las líneas horizontales que presenta la figura 12 son los límites máximos permisibles que acepta la norma. La línea de color verde es la representación del límite máximo permisible de AT del decreto 475 de 1998 con un valor de 120 mg/L para agua segura, la línea morada representa el valor máximo permisible para DT de 180 mg/L para agua segura, la línea azul representa el valor máximo permisible para AT de la resolución 2115 de 2007 de 200 mg/L y la línea naranja representa el valor máximo permisible para DT de la resolución 2115 de 2007 de 300mg/L.

Resultados oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno. En la figura 13 es notorio que los contenidos de oxígeno disuelto (OD) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) se encuentran bajos. El oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígenos son indicadores

de buena calidad del agua lo que es evidente que el agua que consume los usuarios de los puntos muestreados no es de buena calidad, por tanto se debe contar con un sistema convencional de potabilización del agua. Por sus características el agua tiende a hacer hipoxicas lo que produce muerte de microorganismos.

Los valores bajos de DBO₅ indican que durante los 5 días de análisis los organismos no consumen gran cantidad de oxígeno para realizar su metabolismo

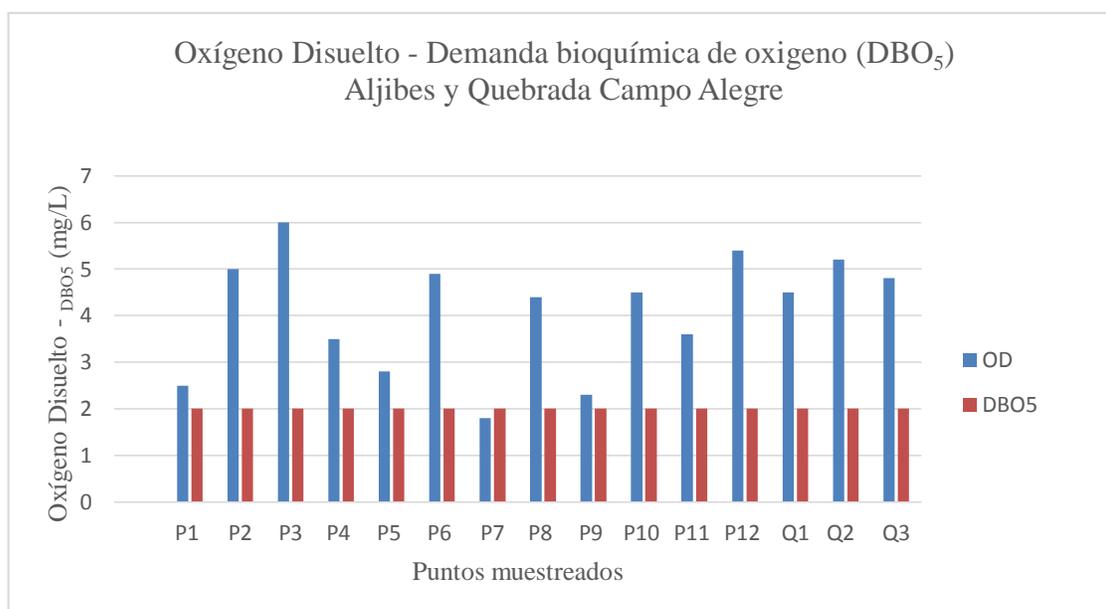


Figura 13. Resultados parámetros de oxígeno disuelto (OD) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). Fuente Autores del proyecto 2016.

Tabla 6.*Resultados de las grasas y aceites de los puntos muestreados en la vereda Campo Alegre*

Puntos Muestreados	Grasas y aceites (mg/L)
Punto 01 Aljibe	0,15
Punto 02 Aljibe	0,16
Punto 03 Aljibe	0,19
Punto 04 Aljibe	0,15
Punto 05 Aljibe	0
Punto 06 Aljibe	0
Punto 07 Aljibe	0,03
Punto 08 Aljibe	0,07
Punto 09 Aljibe	0,02
Punto 10 Aljibe	0,01
Punto 11 Aljibe	0,02
Punto 12 Aljibe	0,02
Quebrada 1	0,02
Quebrada 2	0,08
Quebrada 3	0,02

Nota: En la tabla 6 se evidencia los resultados de grasas y aceites de los puntos muestreados de la vereda Campo Alegre y los aljibes. La categoría de puntos es para los aljibes y quebrada 1, 2 y 3 son los puntos que se tomaron en la quebrada Campo Alegre. Fuente: Autores del Proyecto (2016).

Resultados grasas y aceites. Según la normatividad vigente decreto 475 de 1998 y la resolución 2115 de 2007 el agua para consumo humano no debe contener película visible de grasas y aceites flotantes. Como se evidencia en la figura 14 el 80% los puntos tienen valores de grasas y aceites de 0,01 a 0,19 mg/L, que puede deberse a la presencia de suelos arcillosos de la zona e infiltraciones de diferentes vertimientos por actividades domésticas.

Los puntos 1, 2, 3 y 4 de los aljibes presentan los valores más altos de grasas y aceites debido principalmente a los inadecuados vertimientos de uso doméstico y sanitario como se ve en el Apéndice C, y el alto contenido de grasas y aceites en el punto de quebrada 2 puede deberse a las actividades domésticas de lavado de ropa principalmente que los habitantes realizan en éste punto.

En general para todos los puntos es necesario realizar un sistema de tratamiento convencional para el consumo de estas aguas o por lo menos una trampa de grasas. Los puntos con mayor valor como el punto 1, 2, 3, 4 y quebrada 2 estuvieron considerados para realizar el análisis de hidrocarburos.

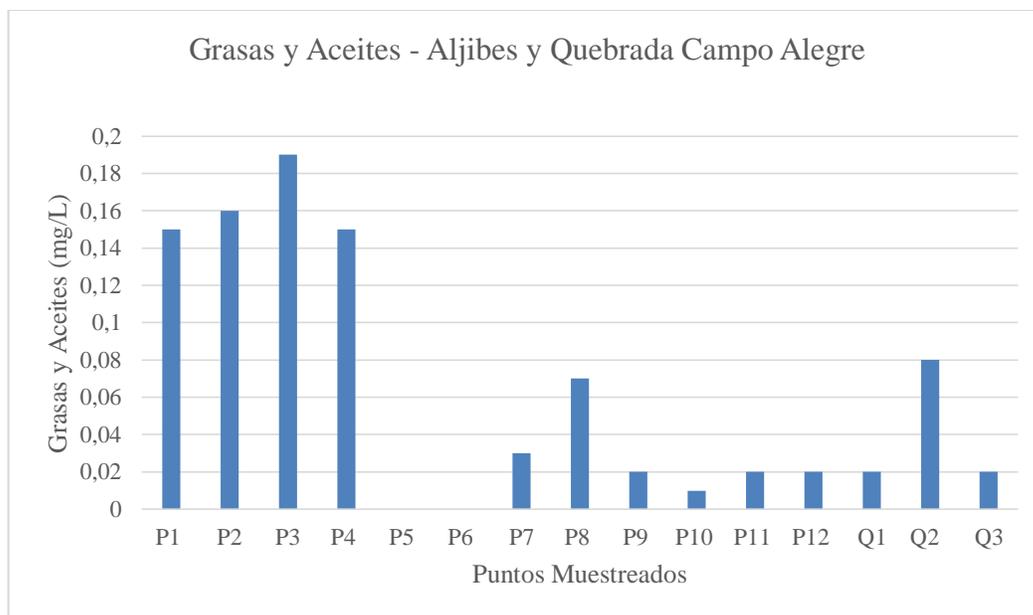


Figura 14. Resultados de grasas y aceites de los puntos de aljibes y quebrada Campo Alegre. Fuente: Autores del proyecto (2016)

Resultados hidrocarburos. En los puntos muestreados no se detecta presencia de hidrocarburos como se indica en la tabla 7, esto quiere decir que las grasas y aceites identificados en estos puntos pueden deberse a los vertimientos que se realizan por actividades domésticas. También puede que las grasas y aceites presentes en estos puntos se deban a la presencia de arcillas que comprenden los aljibes. El decreto 475 de 1998 determina los valores en cuanto a los hidrocarburos aromáticos de 0,01 mg/L para considerarse agua segura.

Por lo anterior según los resultados en los puntos muestreados las actividades de hidrocarburos no influyen en la calidad de las aguas.

Tabla 7*Resultados Hidrocarburos*

Puntos Muestreados	Hidrocarburos totales
P1	ND
P2	ND
P3	ND
P4	ND
Q2	ND

Nota. La tabla 7 representa los resultados de hidrocarburos tomados a los puntos que reflejaron lo valores de mayor cantidad de grasas y aceites que se encuentran en la tabla 6. Donde ND identifica No detectados, utilizando LOD Instrumental; S/N calculado con solución estándar de Antraceno = 0,003 mg/L. Fuente: Autores del proyecto (2016)

4.2.3 Resultados parámetros microbiológicos. En la Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de coliformes totales y coliformes fecales en las diferentes muestras colectadas. En la Figura 16 se pueden ver los valores de los parámetros antes mencionados.

Tabla 8.

Resultados de Coliformes totales (CT) y Coliformes fecales (CF) de los puntos muestreados en los aljibes y la quebrada Campo Alegre.

Puntos Muestreados	CT (UFC/100ml)	CF (UFC/100ml)
P1	5200	100
P2	4100	120
P3	680	70
P4	2000	50
P5	2100	600
P6	1800	150
P7	68000	200
P8	5500	100
P9	1400	60
P10	13500	4000
P11	10000	200
P12	21000	50
Q1	4300	110
Q2	700	60
Q3	20000	1000

Nota. En la tabla 8 se reportan los resultados obtenidos de coliformes totales y fecales de los puntos de muestreo de la vereda Campo Alegre. Los puntos representan los aljibes muestreados y los puntos Q1, 2 y 3 tomados en la quebrada campo alegre. Fuente: Autores del proyecto (2016).

Resultados coliformes totales y coliformes fecales. La figura 16 refleja los resultados del análisis de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF). Con respecto a CT se encuentra valores entre 680 a 68000 UFC/100ml y para CF los valores están entre un rango de 50 a 4000 UFC/100ml. En el punto 7 se evidencia el valor más elevado de coliformes totales; esto se debe probablemente a que este aljibe tiene a su alrededor 8 pozos sépticos clausurados y 4 en funcionamiento además que cerca al aljibe se encuentra un humedal lo que permite mayor infiltración de las aguas en éste punto. Por tanto no es conveniente el uso de esta agua.

De acuerdo a la normatividad vigente, el decreto 475 de 1998 para agua segura y la resolución 2115 del 2007 para agua apta para consumo humano determina que el agua no debe tener presencia de coliformes, tomando esta consideración el agua que se consume en estos puntos no es apta para el consumo humano por lo tanto según el decreto 1594 de 1984 que indica que para valores mayores de 20000 NMP de coliformes totales y 2000 NMP de coliformes fecales es necesario realizar un tratamiento convencional.

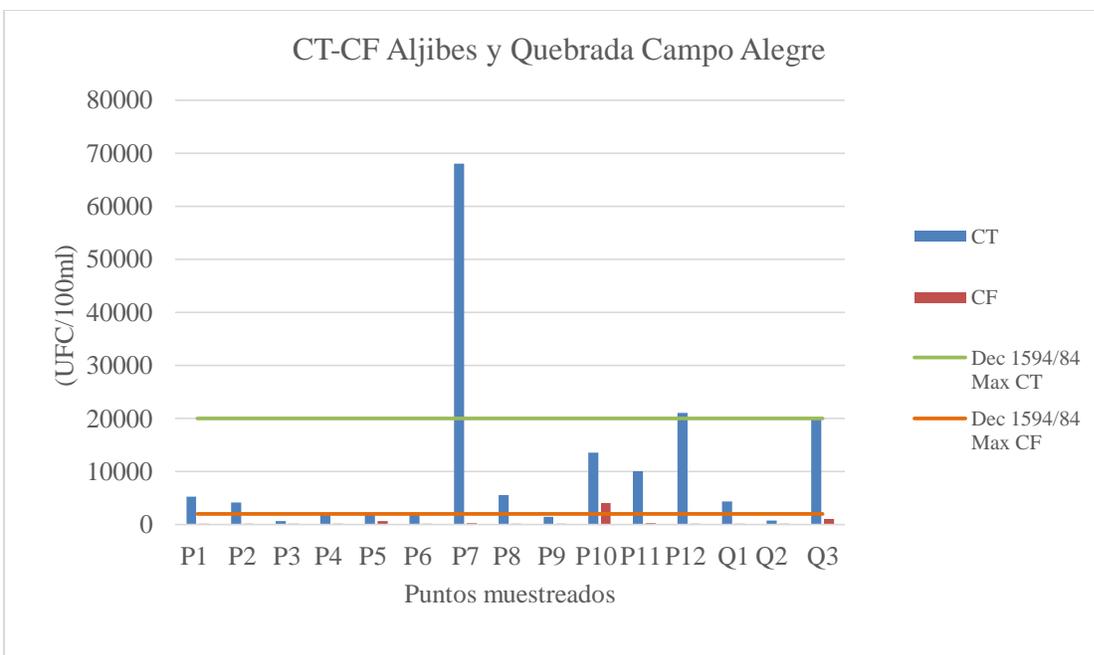


Figura 16. Resultados coliformes totales y coliformes fecales. Fuente: Autores del Proyecto (2016)

Nota. En la figura 16 se representa los resultados de las coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) presentes en los puntos de muestreo, las líneas horizontales reflejan los valores del decreto 1594 de 1984 para la realización de un sistema convencional de tratamiento para agua cruda. La línea de color naranja representa el valor máximo a considerar de coliformes fecales de 2000 NMP y la línea verde representa el valor máximo a considerar de las coliformes totales de 20000 NMP.

4.3 Variación del nivel del agua disponible en los pozos subterráneos de la vereda, y el caudal de la subcuenca quebrada Campo Alegre en periodo de invierno y verano.

Para determinar la variación del nivel de agua de los pozos subterráneos o aljibes se describen los valores en la tabla 9 los cuales son poco profundos variando entre 1,82 a 6 metros, con un radio pequeño que varían de 0,7 a 1 metro de longitud y una lámina de agua que llega a una distancia considerable de 1,4 a 4,2 metros, suficiente para poder tener un volumen que se encuentra entre 573,34 a 1257,62 litros de agua que abastece sin ningún problema a las familias de 5 a 7 habitantes que bombean una vez al día, dando el tiempo suficiente para que el aljibe se recargue, en tiempo de invierno. Por considerarse de acuíferos de capacidad media como lo ilustra la figura 2 es evidente que la comunidad de Campo Alegre en este tiempo no tendrá escases de agua.

Tabla 9.

Volumen de los pozos subterráneos o aljibes muestreados en tiempo de invierno

Puntos	P ₁ (m)	P ₂ (m)	r ₁ ² (m) ²	r ₂ ² (m) ²	Volumen (m ³)	Volumen (L)
P1	1,86	1,4	0,25	0,04000	0,63774	637,7448
P2	5,4	4,2	0,16	0,030625	1,2576	1257,621
P3	3,5	2,8	0,1225	0,022500	0,63774	637,7448
P4	2,5	1,9	0,302	0,04000	1,0222	1022,198
P5	2,22	1,9	0,25	0,05062	0,8972	897,2213
P6	2,05	1,7	0,25	0,05062	0,8027	802,777
P7	2,5	2,3	0,25	0,04000	1,0477	1047,72
P8	2,5	2,0	0,16	0,022500	0,57334	573,3420
P9	2,5	2,17	0,176	0,02250	0,6779	677,977
P10	3	2	0,25	0,040000	0,91106	911,064
P11	2,26	2,0	0,25	0,04000	0,9110	911,064
P12	6	3,24	0,09	0,01690	0,5440	544,056

Nota: en la tabla 9 se evidencia los puntos de los aljibes muestreados en temporada de invierno, la profundidad del aljibe desde el fondo de este hasta la parte superior (P_1) y la profundidad desde el fondo hasta donde llega el nivel del agua (P_2), el radio al cuadrado de la parte superior del aljibe (r_1) y el radio al cuadrado de la parte inferior de este (r_2) como se evidencia en la figura 17. Fuente: Autores del proyecto (2016)

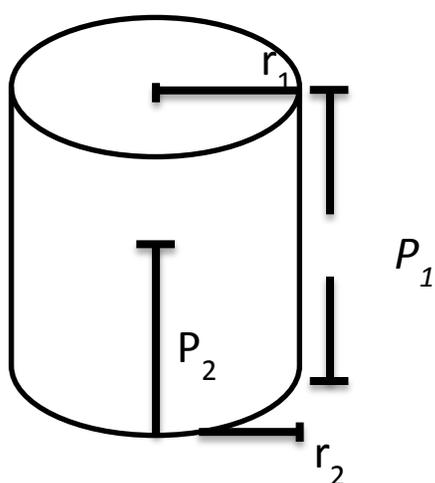


Figura 17. Representación de un Aljibe para calcular el volumen. Fuente: Autores del proyecto (2016)

La tabla 10 muestra que en tiempo de verano la lámina de agua (P_2) tiene una reducción considerable de 0,5 a 1,5 metros, por tanto el volumen de los aljibes muestreados disminuyen de 182 a 450 litros aproximadamente lo que para una familia de 5 a 7 habitantes no sería suficiente para abastecer, considerando que cada persona gasta en el día 100 litros de agua por día según el RAS 2000.

Por otro lado los aljibes con menos profundidad de agua como el aljibe del punto 3 con 0,53 metros, el agua toma una coloración amarillenta o grisácea, lo que hace que los habitantes rechacen esta agua y opten por comprar bolsas de agua de 5 litros para consumo humano y para cuestiones de aseo personal y uso doméstico les toca recurrir a la subcuenca quebrada Campo Alegre. Para mayor claridad de la disminución del volumen de agua en los aljibes en tiempo de verano se puede observar la figura 18.

Tabla 10.

Volumen de los pozos Subterráneos o aljibes muestreados en tiempo de verano

Puntos	P (m)	Radio ² (m)	r ² (m) ²	r ² margen de error (m) ²	Volumen (m ³)	Volumen (L)
P1	0,94	0,25	0,25	0,04000	0,4282	428,200
P2	1,24	0,16	0,16	0,03062	0,3713	371,297
P3	0,80	0,122	0,122	0,02250	0,1822	182,212
P4	0,61	0,302	0,302	0,04000	0,3281	328,179
P5	0,53	0,25	0,25	0,050625	0,25028	250,277
P6	0,57	0,25	0,25	0,050625	0,26917	269,166
P7	0,95	0,25	0,25	0,040000	0,43276	432,755
P8	0,83	0,16	0,16	0,022500	0,23794	237,936
P9	0,96	0,1764	0,1764	0,022500	0,29993	299,934
P10	0,90	0,25	0,25	0,040000	0,40998	409,978
P11	1,0	0,25	0,25	0,040000	0,45553	455,532
P12	2,45	0,09	0,09	0,016900	0,41140	411,400

Nota: en la tabla 10 se evidencia los puntos de los aljibes muestreados en temporada de verano, la profundidad del aljibe desde el fondo de este hasta la parte superior (P₁) y la profundidad desde el fondo hasta donde llega el nivel del agua (P₂), el radio al cuadrado de la

parte superior del aljibe (r_1) y el radio al cuadrado de la parte inferior de este (r_2) como se observa en la figura 17.

Como se evidencia en la figura 18 es considerable la disminución del volumen de los aljibes en tiempo de verano, los puntos en donde los habitantes tienen menor oferta de agua es P3, P4, P5 y P8, teniendo en cuenta que el tipo de acuífero es de nivel mediano y que en tiempo de verano se puede reducir la oferta de agua es de considerar que los puntos antes mencionados realicen más profundas sus excavaciones para que de esta manera no tuviesen escases en tiempo de verano.

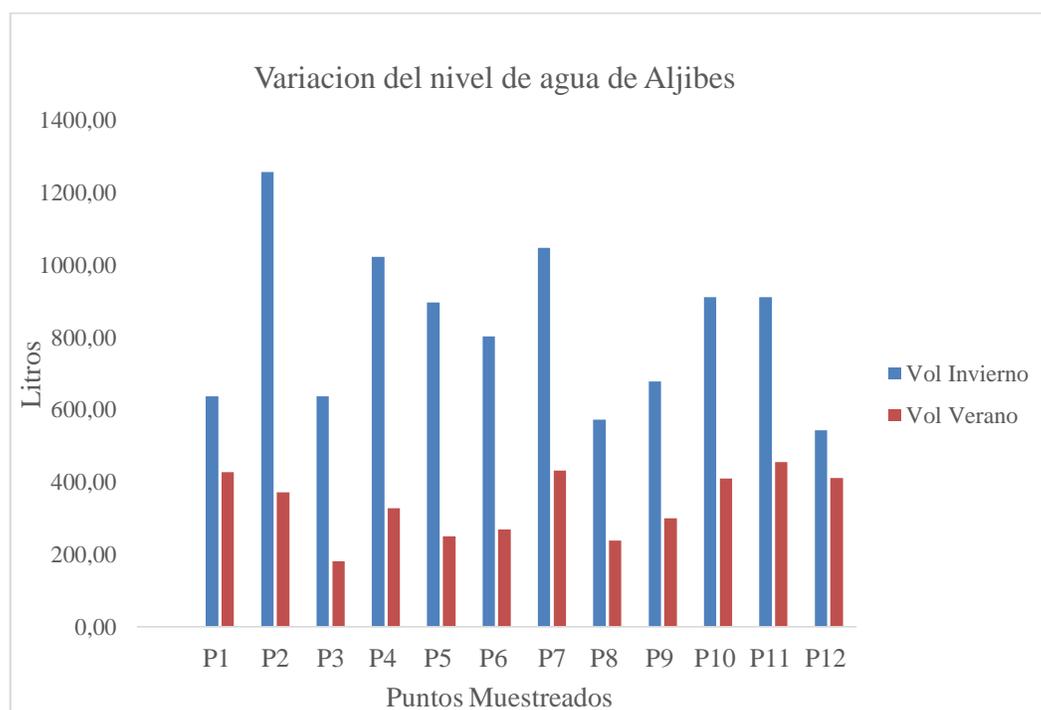


Figura 18. Variación de los niveles de agua de los aljibes muestreados en tiempo de invierno y verano. Fuente: Autores del proyecto (2016).

Subcuenca quebrada Campo Alegre. En el momento de medición del caudal se evidencio un grado de capacidad moderado, con una turbidez aparentemente leve (nula según medición en laboratorio), la vegetación de la quebrada es abundante y se conserva en buenas condiciones, con ejemplares de arbustos y herbáceas distribuidos en la ronda de la quebrada y en sus zonas aledañas. Dentro de los principales impactos locales sobre la quebrada se encuentran, la contaminación con residuos sólidos, vertimientos por pastoreo y manutención bovina, y el paso animal. En el momento del monitoreo no se percibieron olores ni se observaron aceites

Como se evidencia en la tabla 11 la quebrada Campo Alegre posee un buen caudal para el suministro de agua a la población de Campo Alegre. Dicha quebrada cuenta con un caudal de 2483L/s aproximadamente en tiempo de mayores lluvias y aunque en tiempo de verano disminuye considerablemente el caudal que se encuentra en 504,95 L/s aproximadamente, y aun es suficiente para dotar a la poca población de la vereda Campo Alegre.

Considerando que en tiempo de verano muchos de los habitantes de la vereda Campo Alegre que utilizan los aljibes sufren desabastecimiento de agua y teniendo en cuenta los caudales de la quebrada Campo Alegre es de mayor preferencia que los habitantes pudieran utilizar esta fuente siempre y cuando se realice un tratamiento convencional antes de su consumo.

Tabla 11.*Caudal de la Quebrada Campo Alegre*

Temporada	Área (m ²)	Velocidad (m/s)	Caudal	
			(m ³ /s)	(L/s)
Invierno	12,26	0,020	0,248	245
Verano	5,1	0,0099	0,0504	50,4

Nota. La tabla 11 representa el caudal de la quebrada Campo Alegre en tiempos de verano e invierno. Fuente: Autores del proyecto (2016).

Ha falta de población pasada para realizar la proyección de lo población y obtener la dotación se toma lo respectivo del RAS visto en la figura 19, 20 y tabla 12.

ASIGNACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ⁽²⁾
Bajo	< 2,500	Baja
Medio	2,501 a 12,500	Baja
Medio alto	12,501 a 60,000	Media
Alto	> 60,000	Alta

Figura 19. Asignación del nivel de complejidad. Fuente: MADS Guía RAS - 001. Tabla A.3.1

El nivel de complejidad en la vereda Campo Alegre es bajo teniendo en cuenta la baja población que corresponde a 330 habitantes y la capacidad económica de la comunidad es baja. Teniendo en cuenta eso se toma la figura 20 para designación de la población neta de 100 L/h/día.

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta (L/hab•día) climas templado y frío	Dotación neta (L/hab•día) clima cálido
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Figura 20. Dotación de la Vereda Campo Alegre. Fuente: RAS 2000 Titulo B. Tabla B.2.3

Con una dotación neta de 100 L/h/día y un porcentaje de pérdida del 40% a lo que corresponde al sistema de complejidad bajo se obtiene la dotación bruta utilizando la siguiente formula:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%P} \quad (EC. B.2.1)$$

$$db = 166.66 \text{ L/h/día}$$

Una vez calculada la dotación bruta se obtiene el caudal medio diría (Qmd) multiplicando la demanda bruta con la población. Como se evidencia en la tabla 12 el caudal

medio diario es de 0.636 L/s por lo que el caudal de la quebrada Campo Alegre logra satisfacer la demanda de la población para el suministro de agua.

Tabla 12

Calculo de la demanda de agua de la población de Campo Alegre

<i>Población</i> <i>(hab)</i>	<i>Dotación neta</i> <i>(L/hab*día)</i>	<i>Dotación Bruta</i> <i>(L/hab*día)</i>	<i>Caudal Invierno</i> <i>(L/s)</i>	<i>Caudal</i> <i>Verano</i> <i>(L/s)</i>
330	100	166.66		
Qmd			245	50,4
(L/s)	0.636			

4.4 Índices de contaminación (ICOs) en la evaluación de la calidad del agua de los pozos subterráneos de la vereda y de la quebrada Campo Alegre

Los resultados de los índices de contaminación son representados mediante tablas y estas en gráficas para dar su respectivo análisis.

Tabla 13
Resultados ICOMO

Puntos Muestreados	IDBO ₅	ICT	IOD	ICOMO	Grado de Contaminación
P1	0,161	0,641	0,709	0,504	MEDIO
P2	0,161	0,583	0,438	0,394	BAJO
P3	0,161	0,146	0,326	0,211	BAJO
P4	0,161	0,409	0,593	0,388	BAJO
P5	0,161	0,42	0,667	0,416	MEDIO
P6	0,161	0,383	0,437	0,327	BAJO
P7	0,161	1	0,786	0,649	ALTO
P8	0,161	0,655	0,493	0,436	MEDIO
P9	0,161	0,655	0,726	0,514	MEDIO
P10	0,161	0,873	0,494	0,509	MEDIO
P11	0,161	0,8	0,586	0,516	MEDIO
P12	0,161	1	0,393	0,518	MEDIO
Q1	0,161	0,494	0,595	0,417	MEDIO
Q2	0,161	0,153	0,146	0,243	BAJO
Q3	0,161	0,969	0,461	0,53	MEDIO

Nota. La tabla 13 muestra los valores del cálculo del índice de contaminación por materia orgánica. Fuente: Autores del proyecto (2016)

La figura 21 muestra que todos los puntos muestreados presentaron contaminación por materia orgánica. Por tanto, ninguna de las fuentes de agua superficial y subterránea evaluadas es apta para el consumo humano y necesitan diferentes métodos de desinfección. El comportamiento de los resultados probablemente indique que se están presentando infiltraciones de aguas residuales provenientes de los pozos sépticos provocando contaminación cruzada hacia los puntos de captaciones de aguas subterráneas en los aljibes. De manera detallada, la figura 21 muestra que el punto 7 presentó mayor contaminación por materia orgánica. Esto es, que necesita de un proceso de desinfección que permita mayor remoción ya

que presentó el mayor nivel de contaminación. Sin embargo, los resultados generales reflejan la importancia de implementar sistemas de acueductos veredales que realicen un proceso de tratamiento primario y de desinfección previo que reemplace el consumo directo de aguas provenientes de fuentes subterráneas.

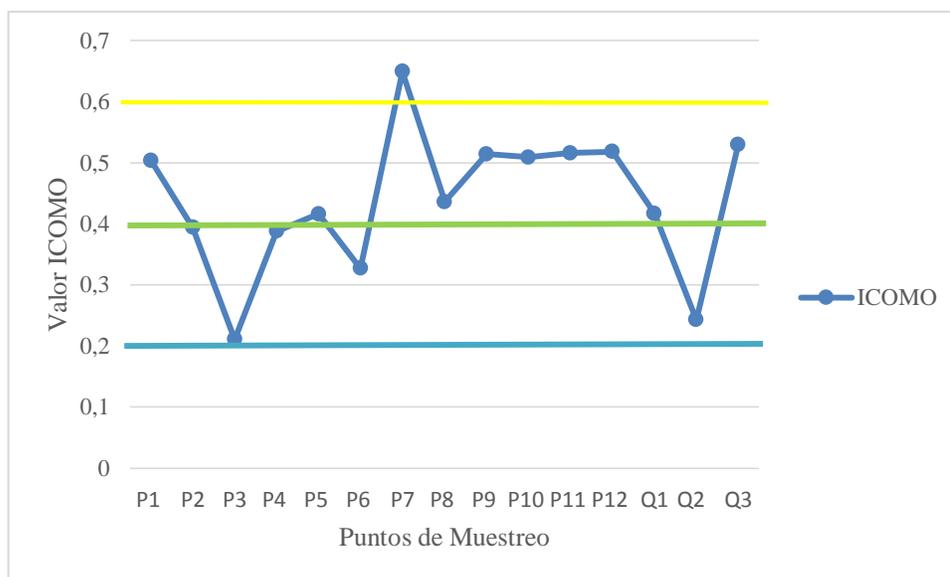


Figura 21. Resultados del ICOMO Fuente: Autores del proyecto (2016)

Nota. El índice de contaminación va de 0 (cero) a 1 (uno) donde a mayor cercanía a 1(un) mayor grado de contaminación. La línea horizontal de color azul claro en la figura 19 representa ninguna contaminación donde la escala va de (0 – 0,2), la línea de color verde representa un grado de contaminación baja (>0,2 – 0,4), la línea de color amarillo representa un grado de contaminación medio (>0,4 – 0,6)

Tabla 14*Resultados del cálculo del ICOMI*

Puntos Muestreados	ICT	IDT	IA	ICOMI
P1	0,2539	0,01384	0,0000	0,08925
P2	1,0000	0,51286	0,3420	0,61829
P3	1,0000	0,01384	0,0240	0,34595
P4	1,0000	1,00000	0,4300	0,81000
P5	1,0000	0,00572	0,0000	0,33524
P6	0,4018	0,00296	0,0000	0,13494
P7	0,5292	0,03139	0,0900	0,21687
P8	0,3283	0,00257	0,0000	0,11030
P9	0,2376	0,00000	0,0000	0,07921
P10	0,4557	0,00390	0,0000	0,15320
P11	1,0000	0,00000	0,0000	0,33333
P12	0,2837	0,00341	0,0000	0,09569
Q1	1,0000	0,19213	0,1680	0,45338
Q2	1,0000	0,00000	0,0000	0,33333
Q3	1,0000	0,00296	0,0000	0,33432

Nota. En la tabla 13 se evidencia los resultados del cálculo del índice de contaminación por mineralización. Fuente: Autores del proyecto (2016).

Como se observa en la figura 22, los puntos evaluados presentan contaminación por mineralización. Los puntos 1 y 12 presentaron los menores niveles de contaminación por minerales presentes en el agua. Así mismo, el punto cuatro (4) presentó mayor concentración de iones calcio y magnesio disueltas en el agua, los resultados de la tabla 5, confirman que se trata de una agua dura, con problemas estéticos asociados. Sin embargo, para fines de consumo humano, puede representar restricciones por los altos niveles de turbiedad y conductividad asociados (ver figura 7) que elevan el pH y las hace aguas poco productivas.

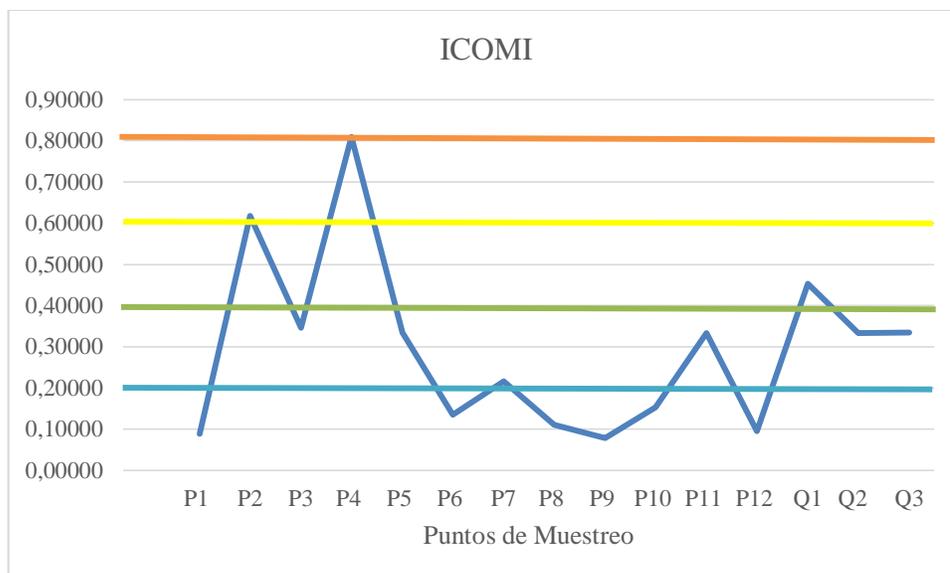


Figura 23. Resultados ICOMI. Fuente: Autores del proyecto (2016)

Nota. El índice de contaminación va de 0 (cero) a 1 (uno) donde a mayor cercanía a 1(un) mayor grado de contaminación. La línea horizontal de color azul claro en la figura 23 representa ninguna contaminación donde la escala va de (0 – 0,2), la línea de color verde representa un grado de contaminación baja (>0,2 – 0,4), la línea de color amarillo representa un grado de contaminación medio (>0,4 – 0,6), la línea de color zapote representa un grado de contaminación alto (>0,6 – 0,8)

Tabla 15*Resultados de los cálculos de ICOSUS*

Puntos Muestreados	ICOSUS
P1	0,940
P2	0,910
P3	0,820
P4	0,820
P5	0,820
P6	0,940
P7	1,000
P8	1,000
P9	0,940
P10	0,970
P11	0,940
P12	0,880
Q1	0,940
Q2	0,880
Q3	1,000

Nota: La tabla 15 muestra los resultados obtenidos después de calcular el índice de contaminación por sólidos suspendidos. Fuente Autores del proyecto 2016

Según los resultados obtenidos en la figura 24 todos los puntos monitoreados presentan contaminación por sólidos suspendidos. Ya que la mayoría de los aljibes no tienen paredes adosados con cemento. El grado Alto de contaminación por sólidos suspendidos (0,8-1,00) supone restricciones estéticas y sanitarias. Adicionalmente, considerando que están asociados a contaminación por materia orgánica, y contaminación por mineralización, no es recomendable la destinación de las fuentes de aguas subterráneas para el consumo humano directo sin antes realizar procedimientos de desinfección y eliminación de sólidos totales (Sólidos disueltos y suspendidos). A nivel particular, los resultados del ICOSUS y el ICOMO muestran niveles muy altos de contaminación en el P07. Probablemente sea el aljibe donde se presente mayor

infiltración de aguas residuales provenientes de pozos sépticos cercanos. La concentración de materia orgánica representada, no puede ser tratada con sistemas de tratamientos caseros. Por tanto, se recomienda que se cierre el punto de captación y que el usuario busque otro lugar más adecuado para abastecerse de agua.

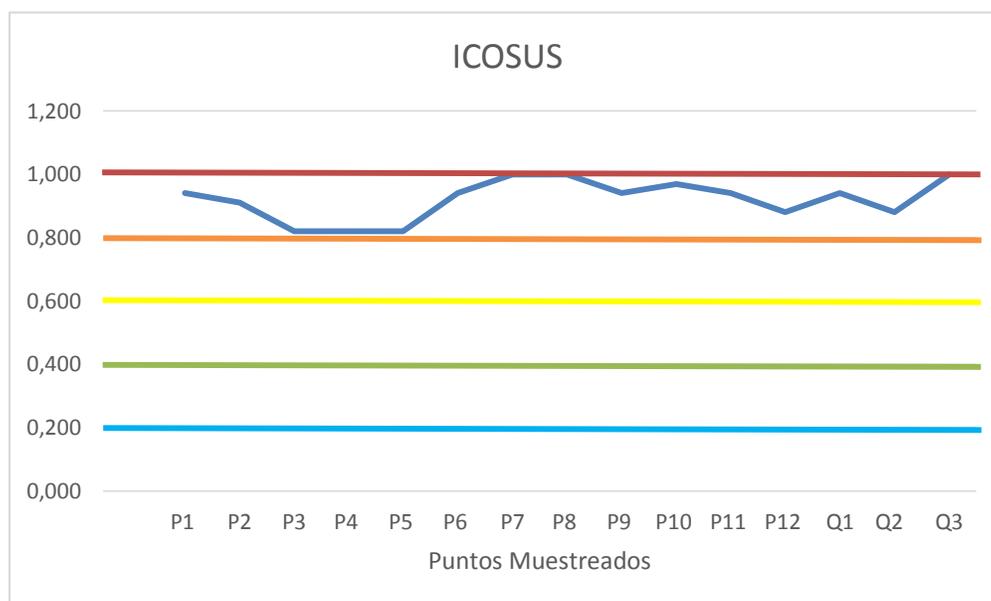


Figura 24. Resultados ICOSUS. Fuente: Autores del proyecto (2016).

Nota. El índice de contaminación va de 0 (cero) a 1 (uno) donde a mayor cercanía a 1(un) mayor grado de contaminación. La línea horizontal de color azul claro en la figura 24 representa ninguna contaminación donde la escala va de (0 – 0,2), la línea de color verde representa un grado de contaminación baja (>0,2 – 0,4), la línea de color amarillo representa un grado de contaminación medio (>0,4 – 0,6), la línea de color zapote representa un grado de contaminación alto (>0,6 – 0,8) y la línea de color roja representa un grado de contaminación muy alto su escala va de (>0,8 – 1).

4.5 Alternativas que pueden ser utilizadas en la zona para el suministro de agua apta para consumo humano

Para el suministro de agua apta para el consumo humano en la vereda Campo Alegre se puede considerar las siguientes alternativas

Teniendo en cuenta los resultados de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de los pozos subterráneos y de la quebrada Campo Alegre es necesario la realización de una planta de tratamiento convencional de agua potable para esto se cuenta con las siguientes posibilidades:

La primera posibilidad y la más recomendable tomando en cuenta costo beneficio y resultados de parámetros fisicoquímicos, es la realización de una mini planta de tratamiento convencional en la parte alta de la quebrada Campo Alegre cerca al punto quebrada 1, esta planta se puede llevar a acabo ya que la vereda es un punto estratégico para la explotación de petróleo lo que le brinda beneficios para exigir la construcción de ésta, y además de la responsabilidad social de estas empresas para con la comunidad de área de influencia directa.

Otra posibilidad es realizar un mini acueducto con bombeo eléctrico el cual podría llevarse a cabo aprovechando el taladro que la nueva petrolera llevará a esta zona para abrir nuevos pozos, de esta manera una vez hecha la fracturación de la roca se puede contar con un

suministro de agua y a éste se le realiza el adecuado tratamiento donde le facilite a la comunidad la obtención de agua.

Como también se podría pensar como alternativa para que la comunidad no sufra desabastecimiento de agua en tener un tanque de almacenamiento elevado con alta capacidad, este tanque debe de contar con una bomba también de buena capacidad para su llenado. Este tanque podría estar ubicado en la parte de la escuela considerando este punto como el eje central de la comunidad.

Y como alternativa de mayor adquisición, es que, por medio de entes territoriales brindar a la comunidad filtros de buena calidad que garanticen agua apta para consumo.

Capítulo 5. Conclusiones

La comunidad de Campo Alegre en la actualidad se abastece del 96, 8% de aljibes que presentan un alto grado de contaminación por coliformes totales y fecales que puede ser la causa de enfermedades gastrointestinales que afectan su calidad de vida.

Según la revisión en campo los aljibes se encuentran a una distancia entre 6 a 18 metros de los pozos sépticos representando un foco de contaminación por infiltración dado que el tipo de suelo es arenoarsilloso con mayor cantidad de arena, lo que facilita en mayor proporción la conductividad hidráulica del acuífero.

Los niveles de nitritos en los puntos de muestreo de los aljibes tienen representaciones que superan los valores permisibles de la norma, sobre todo en el punto siete (7) situado en un lugar donde recientemente se han clausurado aproximadamente 8 pozos sépticos y en la actualidad se encuentran cuatro (4) en funcionamiento. De esta manera, en este punto se encuentran los niveles más altos de coliformes totales y *E. coli*, como también está próximo a un humedal que se presenta en malas condiciones debido al manejo inadecuado de los residuos sólidos y vertimientos domiciliarios.

El agua de los puntos muestreados según los resultados fisicoquímicos y microbiológicos presenta altos índices de contaminación por nitritos, nitratos y coliformes fecales por lo que no

debería emplearse esta agua para consumo humano. Para este podría hacerse uso de la quebrada Campo Alegre con un previo tratamiento convencional.

De acuerdo a las mediciones de los caudales en la quebrada Campo Alegre en tiempo de mayores y menores lluvias, ésta cuenta con la capacidad suficiente para suministrar agua suficiente y de esta manera, la comunidad no tendría que sufrir por escasez de agua en tiempo de menos lluvias por estar situados en terrenos donde los acuíferos son de mediana productividad.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se deberá capacitar a los habitantes de la vereda Campo Alegre en temas de educación sanitaria y ambiental, dando énfasis a la importancia del cambio de hábitos y actitud frente a determinadas acciones que afectan al medio ambiente y la salud pública.

Los programas de educación ambiental estarán especialmente dirigidos, para constituir un medio de acción multiplicadora, enfatizando a la población escolar y a las madres de familia. A fin de afianzar los conocimientos transmitidos será necesario la elaboración de folletos y capacitar continuamente a los habitantes.

Fomentar la organización de la población en la formación de comités para el control de las prácticas de uso del servicio de agua.

La responsabilidad de la educación sanitaria se deberá coordinar con la administración municipal, la cual debe promover la implementación de los programas respectivos.

Es recomendable realizar monitoreo sistemático del grado de contaminación de las aguas de los aljibes y la quebrada la Campo Alegre y efectuar medidas para mitigar los contaminantes como también el respectivo tratamiento a los pozos sépticos.

Se deberá consumir el agua principalmente para las necesidades humanas y actividades domésticas, no utilizar el agua para el consumo sin tener algún método de purificación.

Es necesario que realicen proyectos con mayor profundidad en el tema y que abarquen una investigación más amplia de la zona.

Se recomienda llevar a cabo estudios más específicos referentes a hidrocarburos como aromáticos totales y alifáticos.

La autoridad ambiental de la región deberá llevar a cabo estudios hidrogeológicos conceptuales en las zona rurales para determinar el estado actual de los acuíferos. Y su grado de afectación por la extracción de hidrocarburos.

Proponer alternativas que puedan ser utilizadas en la zona para el suministro de agua apta para consumo humano.

Realizar estudios de aguas lluvia para descartar contaminación producto de las emisiones de las teas.

Se debe llevar a cabo estudios referentes a posible contaminación por agroquímicos, producto de las actividades agrícolas que se desarrollan en la vereda Campo Alegre.

Referencias Bibliográficas

- Robles, E., Ramírez, E., Durán, Á., Martínez, M., & González, M. (2013). *CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DEL AGUA DEL ACUÍFERO TEPALCINGO-AXOCHIAPAN, MORELOS, MÉXICO*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. pag 87.
- Arreguín, M. J. (1998). Aportes a la historia de la geohidrología en México 1890-1995. CIESAS.-AGM. México, D.F.
- CORTOLIMA. (Noviembre de 2013). *CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL TOLIMA, DETERMINANTES Y ASUNTOS AMBIENTALES A CONSIDERAR EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*.
- IDEAM. (15 de Agosto de 2015). *ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA: INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES*.
- MINAMBIENTE. (4 de Diciembre de 2015). *Plan Nacional de Desarrollo Forestal*. Obtenido
- MINAMBIENTE. (s.f.). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Diagnóstico de las Aguas Subterráneas*.
- Norberto Alatorre Monroy. (s.f.).
La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad Ambiental. pág 2-3.
- Otálvaro, M. V. (1999). *HIDRÁULICA DE AGUAS SUBTERRANEA*, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia.

- R., O. M. (1995-2007). *El Recurso Hidrico en La Jurisdiccion de CORANTIOQUIA*.
- R., O. M. (2008). *El Recurso Hídrico en la Jurisdicción de Corantioquia*. Medellin.
- Romero, I. (s.f.). *Hidrología*.
- Rosales, O. A. (1992). *Evaluación, control y manejo del agua subterránea, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA*.
- SENA. (Mayo de 1991). *Reforestacion de Microcuencas*.
- SIRH-CG. (s.f.). *Sistema de Monitoreo para Evaluar la Disponibilidad de Agua*.
- Sommer, M. (s.f.). *RAMSAR, OTRA BATALLA PERDIDA: ¡SIN HUMEDALES, NO HAY AGUA!*, Ökoteccum, Alemania. pág 117.
- UNGRD. (2015). *Unidad Nacional para la Gestion del Riesgo de Desastres Colombia*.
- UNION EUROPEA. (2010). *Bienes y Servicios Ecosistemicos*.
- Universidad de las Americas . (2015). *Desarrollo de un método de eliminación de eschiericha coli en el agua usando un proceso avanzado de oxidación*.
- Universidad del Valle. (s.f.). *PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RIO CAUCA* .
- Vázquez, L., Gutiérrez, O., & Garrido Perez, S. (2003). *CALIDAD DE AGUA EN TABASCO*, vol. 9. Villa hermosa, México.
- WWAP. (2003). *INFORME DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL MUNDO : Agua para Todos*.

Referencias Electrónicas

Arévalo, C., Sommer, A., & Caporali, S. (Noviembre de 1999). *ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO RURAL*. Obtenido de <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/agua/iestudioagua.pdf>

Agroquimicos y Salud Humana. (s.f.). *Productos Agroquimicos*. Obtenido de <http://agromicos.blogspot.com.co/p/concepto.html>

Albarracín, J., Michel, A., Castillo, D., Torres, C., & Guardia, G. (19 de Septiembre de 2003). *AGUA SIN ARSÉNICO EN LEALES, Universidad Nacional de Tucumán; Argentina, pág 14*. Obtenido de *Visión del Agua Dulce en las Américas; Las Políticas y el Marco Normativo*: http://www.condesan.org/apc-aa-files/237543fdce333f3a56026e59e60adf7b/Informe_Agua_Dulce.pdf

Carrasco, E. L. (2003). *300.000 TANQUES SÉPTICOS AMENAZAN MANTOS ACUÍFEROS COLIMA SUPERIOR Y COLIMA INFERIOR, COLIMA SUPERIOR Y COLIMA INFERIOR*. Obtenido de http://www.condesan.org/apc-aa-files/237543fdce333f3a56026e59e60adf7b/Informe_Agua_Dulce.pdf

Captaciones de agua subterránea. Definición y tipos de Capatacion. (s.f.). Obtenido de <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH24.pdf>

CEPIS, F. e. (s.f.). *CONCEPTOS DE HIDROMETRÍA*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan3/041225/041225-04.pdf>

CORPONARIÑO. (s.f.). *Corporacion Autonoma Reginal de Nariño*. Obtenido de <http://corponarino.gov.co/modules/wordbook/entry.php?entryID=276>

Dias, J. P. (2012). *Apuntes de Demografía*. Obtenido de <http://apuntesdedemografia.com/cursos-de-demografia/que-es-poblacion-en-demografia/>

Escalante, E. R. (Febrero de 2003). *Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones*. Obtenido de <file:///C:/Users/cpe/Downloads/Dialnet-TanquesSepticosConceptosTeoricosBaseYAplicaciones-4835597.pdf>

FAO. (s.f.). *GCP/ELS/008/SPA, Apoyo a la rehabilitación productiva y el manejo sostenible de microcuencas en municipios de Ahuachapán*. Obtenido de <http://www.fao.org/climatechange/30329-07fbeat2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf>

FERNANDEZ, A. (2012). *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA*. Obtenido de http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/CARACTERIZACION%20MORFOMETRICA%20DE%20LA%20CUENCA%20HIDROGRAFICA%20CHINCHAO,%20DISTRITO%20DE%20CHINCHAO,%20PROVINCIA%20DE%20HUANUCO,.pdf

Gobierno de Aragon . (s.f.). *Abastecimiento de Agua*. Obtenido de <http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/InstitutoAragonesJuventud/Documentos/Manual%20de%20manipuladores%20de%20abastecimientos%20de%20agua-1.pdf>

Guía de orientación en Saneamiento Básico. (s.f.). *Fuentes de agua y métodos de aforo*. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-2sas.htm#2.2_____Fuentes_de_agua_y_métodos_de_aforo

Lenntech. (2006). *Agua residual & purificación del aire. Holding B.V. Rotterdamseweg 402 M.*

Obtenido de http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf

Leon, W. S. (2012). *Análisis Físicoquímicos y Bacteriológico de las Aguas.* Obtenido de

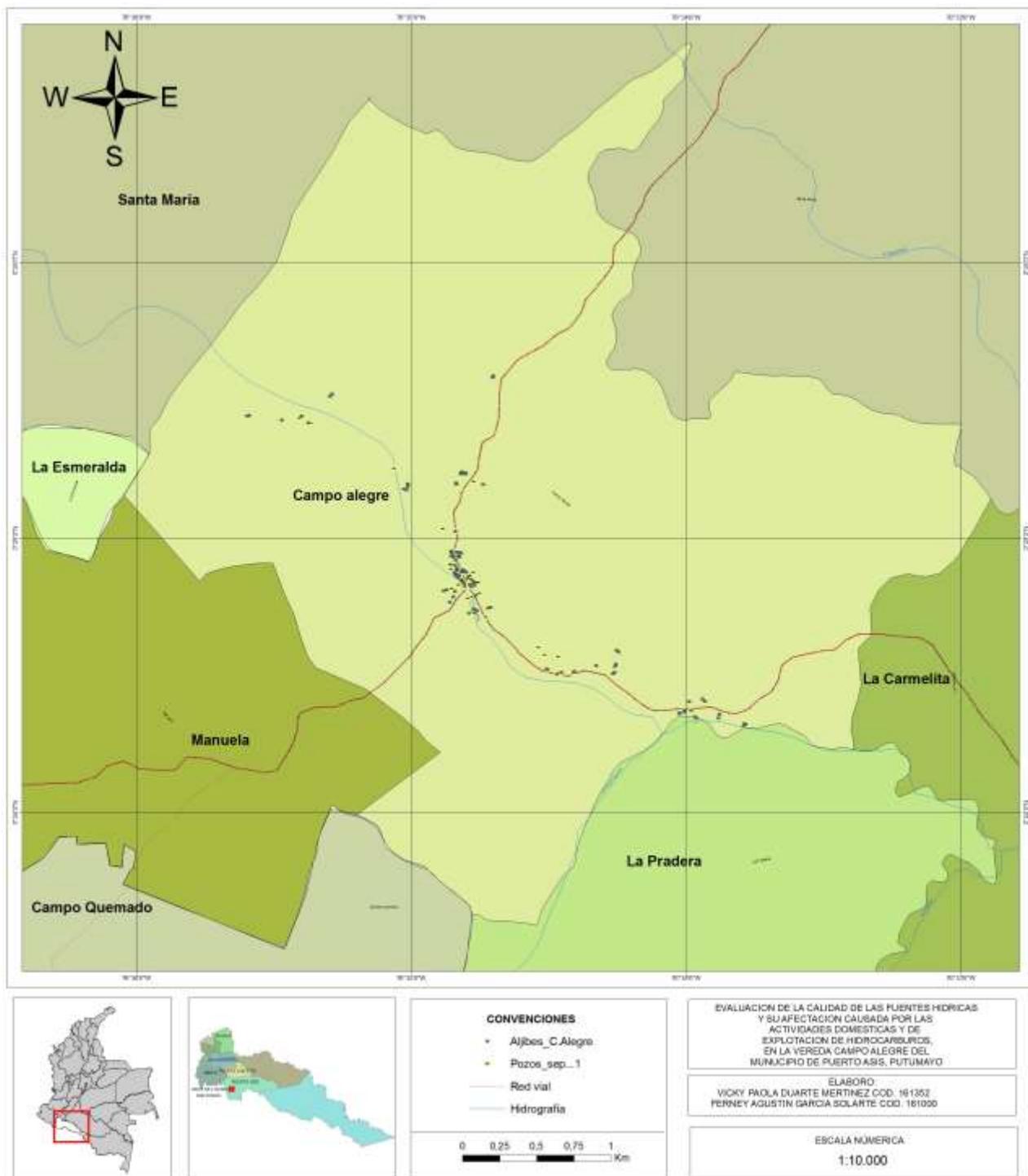
<http://es.slideshare.net/welserle/analisis-fisicos-quimico-y-bacteologico-de-aguas>

LIBRERIA SAN LUCAS . (2010). *Quebradas, Rios y Valles en la Morfología del Norte*

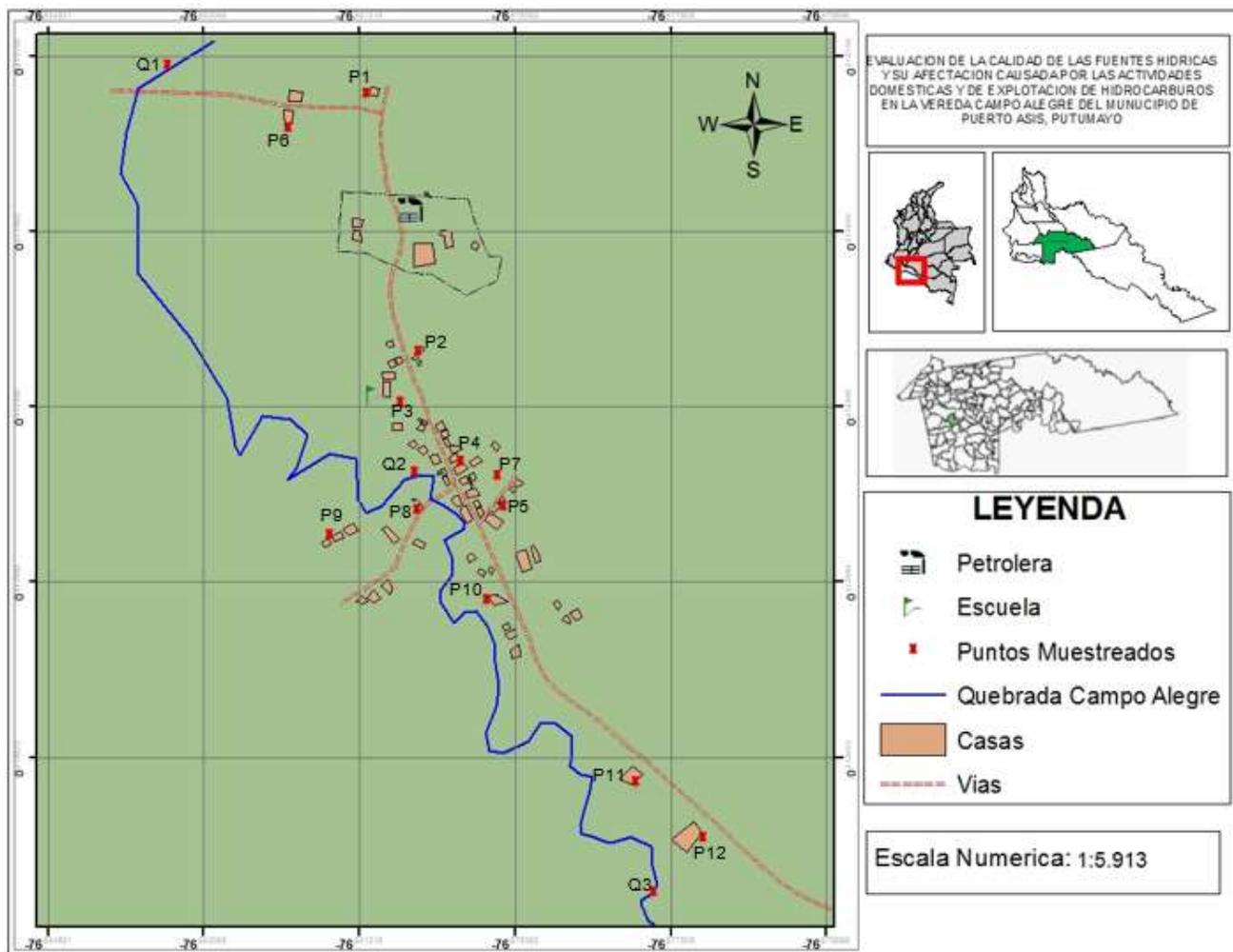
Argentino. Obtenido de <http://libreriasanlucas.blogspot.com.co/2011/07/quebradas-rios-y-valles-en-la.html>.

Apéndices

Apéndice A: Puntos de aljibes, pozos sépticos e industria petrolera.



Apéndice B: Puntos muestreados de la quebrada Campo Alegre y aljibes



Apéndice C: Registro fotográfico de los aljibes y la quebrada

FECHA DE VISITA	10-05-2016				
TIPO	Aljibe				
IDENTIFICACIÓN	Point 01				
DEPARTAMENTO	Putumayo				
MUNICIPIO	Puerto Asís				
VEREDA	Campo Alegre				
PROPIETARIO	Lenis Días				
COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ	E	76°34'49.12"			
	N	0°25'13.99"			
PROFUNDIDAD (m)	1,86				
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Electrobomba		Aljibe		
TIPO DE USO	Abas. Doméstico				
DIÁMETRO	1				
DIMENSIONES					
FORMA DE ACABADO	Hueco abierto				
MATERIAL DE REVESTIMIENTO	Ninguno				
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	Apariencia: Grisácea				
	Olor: Inolora				
USO DEL SUELO	Ganadería				
OBSERVACIONES	Se encuentra ubicado 30 metros de la carretera, fecha de construcción 2015, 16 metros porcinos, 20 metros galpón, 34 metros pozo séptico, 27 metros aljibe clausurado y a 400 metros Campo QUINDE.				

Actividades cercanas al aljibe

Aljibe

Actividad pecuaria

Actividad pecuaria

Fuente: Autores del proyecto (2016)

FECHA DE VISITA	10-02-2016			
TIPO	Aljibe			
IDENTIFICACIÓN	Point 02			
DEPARTAMENTO	Putumayo			
MUNICIPIO	Puerto asis			
VEREDA	Campo alegre			
PROPIETARIO	Don Fidencio			
COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ	E	76°34'50.09"		
	N	0°24'56.93"		
PROFUNDIDAD (m)	5,40			
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Electrobomba			
TIPO DE USO	Abas. Doméstico		Aljibe	Vertimientos
DIÁMETRO DIMENSIONES	0,8			
FORMA DE ACABADO	anillado			
MATERIAL DE REVESTIMIENTO	concreto			
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	Apariencia: Clara Olor: Inolora Color: Incoloro			
USO DEL SUELO	Ganadería			
OBSERVACIONES	<p>Ubicado a 10 metros de la carretera, 125 metros del pozo petrolero quinde y a 20 metros de pozo séptico activo y a 30 del pozo séptico clausurado. En el año 2013 se presentó derrame de hidrocarburo en el momento de carga, el cual se encuentra ubicado a una distancia de 90 metros del aljibe</p>		Zona del derrame de hidrocarburo	Pozo séptico

Fuente: Autores del proyecto (2016)

FECHA DE VISITA	10-02-2016	
TIPO	Aljibe	
IDENTIFICACIÓN	Point 03	
DEPARTAMENTO	Putumayo	
MUNICIPIO	Puerto Asís	
VEREDA	Campo Alegre	
PROPIETARIO	Escuela	
COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ	E	76°34'51.12"
	N	0°24'57.16"
PROFUNDIDAD (m)	6,10	
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Electrobomba	
TIPO DE USO	Abas. Doméstico Y sanitarios	
DIÁMETRO DE DIMENSIONES	0,8	
FORMA DE ACABADO	Anillado	
MATERIAL DE REVESTIMIENTO	Concreto	
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	Apariencia: Clara Olor: Inolora Color: Incoloro	
OBSERVACIONES	Aljibe en uso para todos los servicios domésticos y se encuentra a 8 metros de la carretera y la unidad sanitaria a 80 metros	



Aljibe





Pozo Séptico

Fuente: Autores del proyecto (2016)

FECHA DE VISITA	10-05-2016	
TIPO	Aljibe	
IDENTIFICACIÓN	Point 04	
DEPARTAMENTO	Putumayo	
MUNICIPIO	Puerto Asís	
VEREDA	Campo Alegre	
PROPIETARIO	Javier Patiño	
COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ	E	76°34'47.85"
	N	0°24'51.46"
PROFUNDIDAD (m)	2,10	
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Electrobomba	
TIPO DE USO	Abas. Doméstico	
DIÁMETRO DIMENSIONES	1.1	
FORMA DE ACABADO	Hueco abierto	
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	Apariencia: Clara Olor: Inolora Color: Incoloro	
OBSERVACIONES	Aljibe en uso para todos los servicios domésticos, el único en funcionamiento de las cinco casas en el sector.	



Aljibe



Medición de profundidad

FECHA DE VISITA	10-052016	
TIPO	Aljibe	
IDENTIFICACIÓN	Point 06	
DEPARTAMENTO	Putumayo	
MUNICIPIO	Puerto Asís	
VEREDA	Campo Alegre	
PROPIETARIO	Diana Paola	
COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ	E	76°34'50.09"
	N	0°25'11.81"
PROFUNDIDAD (m)	2,50	
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Baldeo	
TIPO DE USO	Abas. Doméstico	
DIÁMETRO DIMENSIONES	1	
FORMA DE ACABADO	Hueco abierto	
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	Apariencia: Clara Olor: Inolora Color: Incoloro	
OBSERVACIONES	Aljibe en uso para todos los servicios domésticos y se encuentra a 8 m del pozo séptico, realiza mantenimiento cada 6 meses	



Aljibe

FECHA DE VISITA	11-08-2016	
TIPO	Aljibe	
IDENTIFICACIÓN	Point 08	
DEPARTAMENTO	Putumayo	
MUNICIPIO	Puerto Asís	
VEREDA	Campo Alegre	
PROPIETARIO	Don Bernal	
COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ	E	76°34'49.66"
	N	0°24'49.78"
PROFUNDIDAD (m)	3,50	
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Electrobomba	
TIPO DE USO	Abas. Doméstico	
DIÁMETRO DIMENSIONES	08	
FORMA DE ACABADO	Hueco abierto	
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	Apariencia: clara Olor: Inolora Color: Incoloro Película aceitosa	
OBSERVACIONES	Aljibe en uso para todos los servicios domésticos, a 4 metros de la vía y el otro aljibe se encuentra a 15 metros	



Toma de muestras



Aljibe con película aceitosa

FECHA DE VISITA	11-05-2016	
TIPO	Aljibe	
IDENTIFICACIÓN	Point 09	
DEPARTAMENTO	Putumayo	
MUNICIPIO	Puerto Asís	
VEREDA	Campo Alegre	
PROPIETARIO	Gloria Bernal	
COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ	E	76°34'49.66"
	N	0°24'49.78"
PROFUNDIDAD (m)	2,05	
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Baldeo	
TIPO DE USO	Abas. Doméstico	
DIÁMETRO INTERIOR / DIMENSIONES	0,84	
FORMA DE ACABADO	Hueco abierto	
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	Apariencia: gris Olor: Inolora Color: Incoloro	
OBSERVACIONES	Aljibe en uso para todos los servicios domésticos, se encuentra a 10 metros pozo séptico	





Medición de Caudal



Pozo Quinde



Almacenamiento agua lluvia



Socialización de la propuesta y Diagnostico Rural Participativo (DRP)



Diagnostico Rural Participativo (DRP)



Diagnostico Rural Participativo (DRP)



Diagnostico Rural Participativo (DRP)

Apéndice D

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS Y SU AFECTACIÓN
CAUSADA POR LAS ACTIVIDADES DOMÉSTICAS Y DE EXPLOTACIÓN DE
HIDROCARBUROS, EN LA VEREDA CAMPO ALEGRE DEL MUNICIPIO DE PUERTO ASÍS,
PUTUMAYO

ENCUESTA

Escriba con una X la respuesta correspondiente

1. Sexo: ____ Masculino; ____ Femenino
2. Edad: 15 – 20; ____ 21 - 30; ____ 31- 40 ____ 41-50 ____ 51-60 ____ +70 ____
3. ¿Cuántas personas habitan en su casa? ____
4. ¿Cuántos son adultos, adolescentes, adolescentes y/o niños?
Adultos ____ Adolescentes ____ Niños ____
(NOTA: Adulto = + 18 años; adolescentes = 13-18 años; niños = menor de 13 años)
5. ¿Qué tipo de actividad económica se dedica?
Agricultura ____ Ganadería ____ empleado de la industria petrolera ____ otra. Cuál?

6. ¿Qué tipo de fuente hídrica abastece su hogar?
Aljibe ____ Río ____
7. ¿De qué material esta hecho el aljibe?
Concreto ____ Madera ____ Ninguno ____
8. ¿Con que frecuencia lava el aljibe?
Cada cuatro meses ____ cada seis meses ____ una vez al año ____ cada dos años ____ más de
dos años ____
9. ¿Qué color presenta el agua del aljibe?
Amarilla ____ Gris ____ Transparente ____ Otra. Cuál? _____
10. ¿Qué tipo de uso le da al agua?
Domestico ____ Productivo ____ Mixto ____ otro. Cuál? _____
11. ¿Cuántas veces al día se bombea agua del aljibe?
1 a 2 veces ____ 3 a 4 veces ____
12. ¿Qué agua consume en su hogar?
Aljibe ____ Envasada ____ Embolsada ____ otra cual _____
13. ¿Realiza algún método de depuración del agua?
Hervirla ____ Filtros ____

Apéndice E

Resultado parámetros químicos y microbiológicos

Los puntos que reporta el análisis en la parte de descripción fueron etiquetados de acuerdo a los puntos georreferenciados en los mapas, pero para una mejor comprensión se detalló la siguiente numeración llevada en cada encabezado.

P01

		SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 vigente a partir de 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS: 2016-09-29		REPORTE No:		LAQ-R-163A-16	
AREA: LABORATORIO DE ANALISTAS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante: VICKY DUARTE Dirección: PUERTO ASIS - PUTUMAYO Teléfono: 3155091941 nit: 1124858524 e-mail: vickypao29@hotmail.com Solicitud No: LAQ-C-209-16			Tipo de Muestra: AGUA CRUDA Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PUERTO ASIS-PUTUMAYO Responsable del Muestreo: EXTERNO: FERNEY GARCIA Fecha de Muestreo: 2016-09-13 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-09-14		
TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS: FÍSICOQUÍMICO PARCIAL Y MICROBIOLÓGICO					
Código Muestra LAQ-437-16		Descripción P01 ALIJE JUANA EDI			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-437-16
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2330 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-16	45,20
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-16	44,00
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4600 O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	2,50
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM 6888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2016-09-16	<2
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	5200
EHEMERIOHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	100
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P02

		SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 vigencia a partir de 2014-09-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS: 2016-09-29		REPORTE No: LAQ-R-163B-16			
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante: VICKY DUARTE		Tipo de Muestra: AGUA CRUDA			
Dirección: PUERTO ASIS - PUTUMAYO		Tipo de Muestreo: SIMPLE			
Teléfono: 3155091941		Sitio de Toma: PUERTO ASIS-PUTUMAYO			
nit: 1124858524		Responsable del Muestreo: EXTERNO: FERNEY GARCIA			
e-mail: vickypae2@hotmail.com		Fecha de Muestreo: 2016-09-13			
Solicitud No: LAQ-C-209-16		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-09-14			
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL Y MICROBIOLÓGICO			
Código Muestra LAQ-438-16		Descripción P07 ALJIBE			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANÁLISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-438-16
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2330 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	118,40
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	100,00
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg O ₂ / L	2016-09-15	5,00
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5110 - B 82TH D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2016-09-16	<2
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	4100
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	120
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P03

TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL Y MICROBIOLÓGICO			
Código Muestra LAQ-440-16		Descripción P16 ALJIBE			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANÁLISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-440-16
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	54,80
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	44,00
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg O ₂ / L	2016-09-15	6,00
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B 82TH D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2016-09-16	<2
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	680
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	70
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P04

Código Muestra LAQ-441-16		Descripción				
		P31 ALJIBE				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-441-16	
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	136,00	
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	120,00	
OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	3,50	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2016-09-16	<2	
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	2000	
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	50	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P05

Solicitud No: LAQ-C-209-16		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-09-14			
TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO			
Código Muestra LAQ-442-16		Descripción			
		P35 ALJIBE			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-442-16
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	33,20
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	36,00
OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	2,80
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2016-09-16	<2
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	2100
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	600
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P6

TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO				
Código Muestra LAQ-447-16		Descripción				
		P84 ALJIBE				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-447-16	
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	34,80	
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	31,00	
OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	4,90	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2016-09-16	<2	
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	UPC/100ml	2016-09-15	1800,0	
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	UPC/100ml	2016-09-15	150	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

P7

TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO				
Código Muestra LAQ-448-16		Descripción				
		P85 ALJIBE				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-448-16	
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	68,00	
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	53,00	
OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	1,80	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2016-09-16	<2	
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	UPC/100ml	2016-09-15	68000	
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	UPC/100ml	2016-09-15	200	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P8

Código Muestra LAQ-450-16		Descripción				
		P75 ALJIBE				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-450-16	
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	20,80	
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-16	18,00	
OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	2,30	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2016-09-16	<2	
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	UPC/100ml	2016-09-15	1400	
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	UPC/100ml	2016-09-15	60	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P9

Solicitud No: LAQ-C-209-16		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-09-14			
TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO			
Código Muestra LAQ-450-16		Descripción P75 ALJIBE			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-450-16
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO3/ L	2016-09-16	20,80
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO3/ L	2016-09-16	18,00
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	2,30
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2016-09-16	<2
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	1400
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	60
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P10

TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO			
Código Muestra LAQ-443-16		Descripción P71 ALJIBE			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-443-16
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO3/ L	2016-09-16	34,40
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO3/ L	2016-09-16	33,00
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	4,50
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2016-09-16	<2
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	13500
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	4000
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P11

TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO			
Código Muestra LAQ-444-16		Descripción P77 ALJIBE			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-444-16
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO3/ L	2016-09-16	6,40
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO3/ L	2016-09-16	16,00
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	3,60
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2016-09-16	<2
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	10000
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	200
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

P12

TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO				
Código Muestra LAQ-446-16		Descripción				
		P81 ALJIBE				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-446-16	
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-16	24,00	
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-16	32,00	
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	5,40	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ /L	2016-09-16	<2	
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	21000	
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	50	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			
LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO						

Q1

TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO				
Código Muestra LAQ-451-16		Descripción				
		P88 ALJIBE				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-451-16	
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-15	4,80	
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-15	11,00	
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	5,20	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ /L	2016-09-15	<2	
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	700	
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	60	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			
LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO						

Q2

DOCUMENTO NO: LAQ-439-16		FECHA DE EMISION DEL INFORME: 2016-09-16				
TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO				
Código Muestra LAQ-439-16		Descripción				
		P12 ALJIBE				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-439-16	
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-16	83,60	
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-16	80,00	
OXIGENO DISUELT	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg Co / L	2016-09-15	4,50	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ /L	2016-09-16	<2	
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	4300,0	
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	110	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			
LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO						

Q3

TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL Y MICROBIOLOGICO				
Código Muestra LAQ-445-16		Descripción				
		P80 RÍO CAMPO ALEGRE				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-445-16	
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2320 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-16	19,60	
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-16	31,00	
OXIGENO DISUELTO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500-O-C	AZIDA-TITULOMETRICO	mg O ₂ /L	2016-09-15	4,80	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ /L	2016-09-16	<2	
COLIFORMES TOTALES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - B	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	20000	
ECHERICHIA COLI	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 9222 - D	FILT. X MEMBRANA	URC/100ml	2016-09-15	1000	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Resultados hidrocarburos

Muestra N°	Descripción de las muestras	Código	Identificación
1	P 01 Aljibe	LC-259-16-EM	ND
2	P 07 Aljibe	LC-260-16-EM	ND
3	P12 Aljibe	LC-261-16-EM	ND
4	P 16 Aljibe	LC-262-16-EM	ND
5	P 31 Aljibe	LC-263-16-EM	ND

ND: No detectados

LOD Instrumental = S/N calculado con solución estándar de Antraceno = 0,003 mg/L