Construcción Acueducto de localidad El Rodeo, Resguardo de Belalcázar, Municipio de Páez, Departamento del Cauca

Documento Mapa De Riesgo de la calidad del agua para consumo humano quebrada La María

ELABORÓ: INGENIERO JHON EMILIO ÁLVAREZ SÁNCHEZ
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA, SANITARIA Y AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 5

1 OBJETIVOS 6

1.1 Objetivos generales 6

1.2 objetivos específicos 6

2 FICHA TÉCNICA, INFORMACIÓN DEL PROYECTO. 7

3 METODOLOGÍA 7

3.1 Visitas de inspección 7

3.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 8

3.3 Análisis de la información documental 8

3.4 EVALUACIÓN DE RIESGO 8

4 GENERALIDADES 9

4.1 LOCALIZACIÓN 9

4.2 descripción del sistema de abastecimiento PROYECTADO 11

4.2.1 Componentes sistema de tratamiento 11

4.2.2 Localización de la bocatoma. 13

4.3 RELIEVE 14

4.4 GEOLOGÍA 15

4.5 HIDROLOGÍA DEL MUNICIPIO DE Paez 17

5 CARACTERÍSTICAS DE LA MICROCUENCA QUEBRADA LA MARIA 19

5.1 LITOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO 19

5.2 COBERTURA DE LA TIERRA 21

6 RESULTADOS VISITAS DE INSPECCIÓN 23

6.1 PRIMERA VISITA DE RECONOCIMIENTO Y EXPLORACIÓN. 23

6.2 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA FUENTE ABASTECEDORA. 26

7 DETERMINACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA CALIDAD DEL AGUA. 27

7.1 AMENAZAS NATURALES 28

7.1.1 Actividad sísmica 28

7.1.2 Identificación de Procesos Erosivos 29

7.1.3 Deslizamientos y Flujos Puntuales 29

7.1.4 Inundaciones, Flujos de Escombros y Avalanchas 30

7.1.5 Incendios Forestales. 30

7.2 AMENAZAS ANTRÓPICAS 30

7.2.1 Acceso de personas no autorizadas y/o animales 30

7.2.2 Ganadería y otras especies 30

7.2.3 Agricultura 30

7.2.4 Deforestación y remoción de capa vegetal por prácticas agrícolas. .. 30

7.2.5 Manejo inadecuado de las ARD 32

8 CALIFICACIÓN y evaluación DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LA CALIDAD DEL AGUA 32

8.1 Resultados valoración de eventos peligrosos 34

8.2 ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGO DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO 35

9 CONCLUSIONES 36

10 RECOMENDACIONES 37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Ficha Técnica. 7
Tabla 2: Clasificación cronoestratigráfica Microcuenca La María 16
Tabla 3: Cobertura Vegetal, microcuenca La María. 22
Tabla 4: Resultados Laboratorio parámetros fisicoquímicos..... 26
Tabla 5: Resultados laboratorio microbiológico Quebrada La María. 27
Tabla 6: Matriz de calificación del riesgo. 33
Tabla 7: Matriz de Valoración del riesgo. 33
Tabla 8: Resultados análisis de riesgo Q. La Maria. 34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quebrada La Maria, municipio de Páez-Cauca. _____ *9*
Figura 2: Localización Municipio de Páez. _____ *10*
Figura 3: Localización Zona de estudio, Municipio de Páez. _____ *10*
Figura 4: Ubicación de la Bocatoma Proyectada sobre el cauce. _____ *11*
Figura 5: desarenador proyectado, Quebrada La María. _____ *12*
Figura 6 Procesos que integran _____ *12*
Figura 7: Localización Bocatoma. _____ *14*
Figura 8: Mapa de pendientes municipal, clasificación IGAC. _____ *15*
Figura 9: cronoestratigrafía de la zona de estudio. _____ *16*
Figura 10: Fallas Aledañas a la zona de estudio. _____ *17*
Figura 11: Hidrología zona de estudio. _____ *18*
Figura 12: Área de influencia microcuenca Q. La Maria _____ *19*
Figura 13: Mapa de suelos, microcuenca La María. _____ *20*
Figura 14 Tipo de Relieve Zona de Estudio _____ *21*
Figura 15: Cobertura de la Tierra Microcuenca La Maria _____ *23*
Figura 16: Recorridoprimer visita _____ *23*
Figura 17: Desarenador existente. _____ *24*
Figura 18: Cámara de quiebre existente _____ *24*
Figura 19: Tanque Existente _____ *24*
Figura 20: Esquema sistema de tratamiento existente. _____ *25*
Figura 21: Recorrido realizado primera visita de reconocimiento. _____ *25*
Figura 22 Amenaza por movimientos sismicos _____ *28*
Figura 23: zona identificada de deforestación y quema por prácticas agrícolas. _____ *31*
Figura 24: Mapa de Riesgo de calidad del agua para consumo humano Q. La María _____ *35*

INTRODUCCIÓN

El agua, componente indispensable para el desarrollo de la vida en cualquier territorio, ya que es utilizada para diferentes actividades humanas y ecosistémicas y por eso es indispensable conocer la calidad del vital líquido para destinarla a diferentes usos en el marco de la buena gestión del recurso hídrico. Dentro de las prioridades para la destinación del agua, se debe garantizar la distribución a las comunidades humanas ya que es un condicionante en la sobrevivencia de la especie, esto ha llevado a idear y desarrollar las más diferentes formas de aprovechamiento. La escasez del recurso, la dificultad de acceder al mismo y la mala calidad van de la mano de la pobreza y de las enfermedades.

El agua aun en estado natural no es un elemento puro, por esto, de acuerdo con el uso al que esté destinada, puede presentar distintos niveles de calidad; pero cuando vaya a ser utilizada para el consumo humano, debe cumplir con requisitos de disponibilidad, accesibilidad y calidad de acuerdo a la normatividad colombiana, debido a que constitucionalmente el agua es un derecho.

En muchos lugares de nuestro país, la escasez de agua potable y de buenos sistemas de saneamiento favorece la transmisión de enfermedades de origen hídrico y frenan el desarrollo económico y social. Sin lugar a dudas el agua potable es un factor determinante en las políticas de salud pública.

En este documento reposa la información concerniente a las actividades de avance del análisis de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, de la fase de aprestamiento para el desarrollo del Mapa de riesgo dentro del marco del proyecto "*acueducto localidad de El Rodeo, Resguardo de Belalcazar, Municipio de Páez.*"

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVOS GENERALES

Elaborar el mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, de la Quebrada La María, fuente de abastecimiento del acueducto fase básica localidad de El Rodeo, Resguardo Belalcázar, Municipio de Páez.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las actividades que se realizan en la zona de estudio.
- Determinar la calidad del recurso hídrico de acuerdo a la normatividad colombiana.
- Determinar las zonas de riesgo de calidad para consumo humano de la Quebrada La María.

2 FICHA TÉCNICA, INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

Tabla 1: Ficha Técnica.

DATOS GENERALES			
Nombre del Proyecto	Construcción acueducto localidad de El Rodeo, Resguardo de Belalcázar, Municipio de Páez.	Vereda/ Corregimiento	Localidad del Rodeo, Corregimiento de La María.
Presidenta de JAC	Leidy Yaneth Pachongo Chilo	C.C	1062078465

3 METODOLOGÍA

Para la realización del mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, fue necesaria una revisión de la normativa aplicable y vigente para tener claridad de las condiciones con las que debe contar el recurso hídrico para la población en Colombia, al realizar esta consulta fue posible identificar diferentes características de tipo socio económico y ambiental del municipio de Páez, Cauca.

3.1 VISITAS DE INSPECCIÓN

Una vez identificadas las características de la zona de influencia donde se evaluó la calidad del agua, se delimitó el área de estudio mediante cartografía del IGAC, Google Earth y el software ArcGIS 10.3, desde La bocatoma proyectada hasta la parte alta de la microcuenca. Luego se realizaron las visitas de reconocimiento para identificar el área, y la ubicación de donde se construirá la Bocatoma, A partir de este reconocimiento y por medio del GPS en campo se identificó el punto para la realización de la toma de muestra y el aforo; lo primero que se hizo fue la selección del tramo y la medición del área transversal de la microcuenca; seguidamente para la medición de la velocidad superficial se utilizó el método de molinete o caudalimetro, la velocidad del agua se mide por medio de un instrumento llamado “molinete” que por medio de un sensor mide la velocidad en un punto dado de la masa de agua. Para la toma de muestras Se recolecto 1 L de muestra simple en el punto definido. El recipiente colector es de tipo plástico y fue entregado previamente a la empresa “Acueducto y alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P.” que asegura la integridad y limpieza del contenedor.

Una vez identificada la quebrada se reconoce el sitio indicado para proceder a tomar la muestra representativa. Se recolecta la muestra con el recipiente contenedor de 1 L previamente purgado con agua de la misma, se aseguró que no quedara espacios de aire en la parte superior del contenedor ni burbujas en el interior y se cierra el contenedor seguido de esto se rotula debidamente la muestra, se deposita en la nevera, para parámetros como Nitratos y Nitritos, se adiciono ácido sulfúrico al 2% como preservante. Todo esto para cumplir con la guía metodológica de recolección de muestras del IDEAM

Finalmente se realizó el cálculo del caudal a través de los datos previamente obtenidos. Guiados por el Resolución 2115 de 2007 donde se establecen sistemas de control y vigilancia para la calidad de agua para consumo humano.

Con esta información de campo se procede a realizar inspección ocular de todos los factores que ponen en riesgo la calidad del agua que se proyecta para consumo humano y así poder tomar medidas y realizar recomendaciones que mitiguen o disminuyan los potenciales riesgos.

3.2 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

Para la elaboración del Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, se debe realizar los siguientes procesos:

a) Solicitar al municipio de Páez, la localización y el plano hidrográfico de la microcuenca de la fuente de abastecimiento del acueducto localidad de El Rodeo, Resguardo Belalcazar, Municipio de Páez.
b) Obtener la información disponible en las entidades competentes sobre:
    - ✓ Información cartográfica de la zona de estudio.
    - ✓ Información hidrometeorológica.
    - ✓ Características fisicoquímicas y microbiológicas en la fuente abastecedora.
    - ✓ Información recolectada en las visitas técnicas de campo para evaluar los datos de manera cualitativa y cuantitativa.

3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DOCUMENTAL

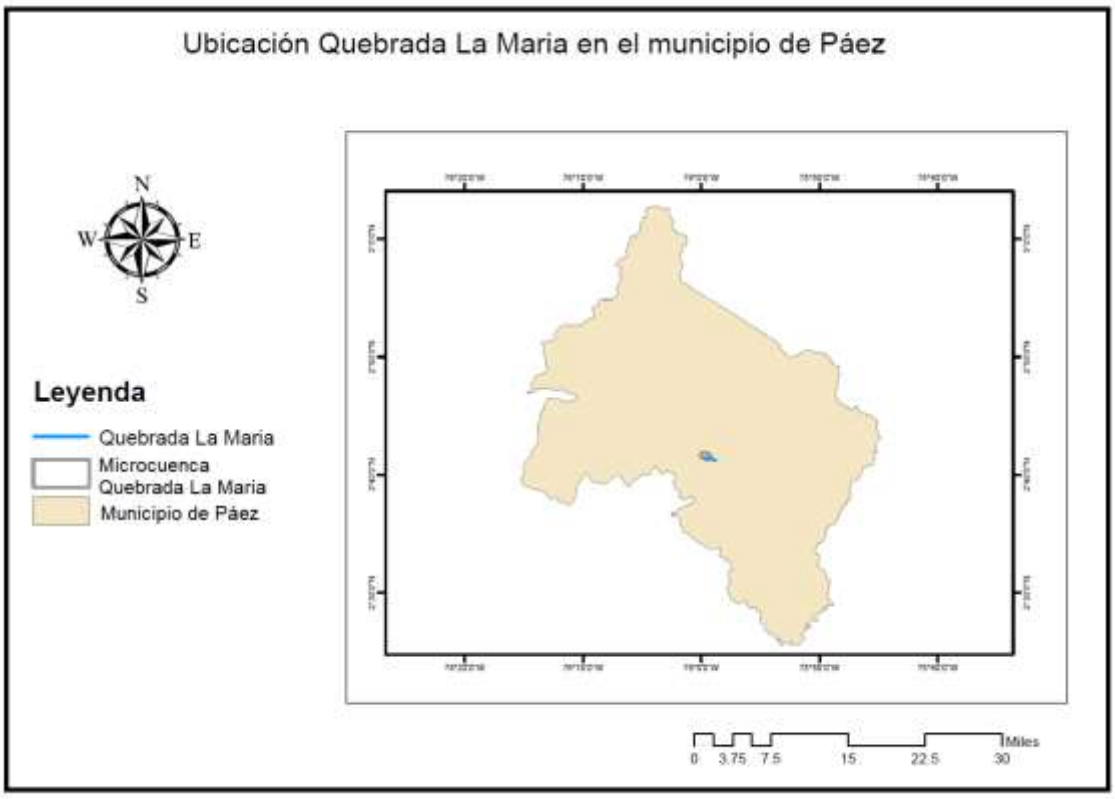
Una vez consolidada la información disponible y luego de su clasificación, se debe:

a) Identificar el sistema de acueducto y abastecimiento.
b) Caracterización de la fuente abastecedora.
c) Caracterización de la captación.

3.4 EVALUACIÓN DE RIESGO

Se realizó se acuerdo a la identificación en campo de diferentes tipos de amenazas de origen natural o antrópico. Para la identificación de las amenazas y vulnerabilidades, se analizó los resultados obtenidos en las visitas e inspección ocular realizadas por el ingeniero consultor del proyecto, junto con la información recopilada, donde se puede apreciar algunas amenazas y vulnerabilidades de diferente origen, todo esto se utiliza como insumo para la elaboración del Mapa de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano. Posteriormente se llevó a cabo la clasificación y calificación de las amenazas y vulnerabilidades encontradas, con el fin de proponer acciones correctivas o preventivas para la disminución del riesgo sobre la calidad del agua.

Figura 1: Quebrada La Maria, municipio de Páez-Cauca.



4 GENERALIDADES

4.1 LOCALIZACIÓN

El Municipio de Páez, Cauca, fue creado mediante Decreto Presidencial 1510 del 13 de enero de 1907, firmado por el Presidente de la República, General Rafael Reyes Prieto; la inauguración solemne del municipio se llevó a cabo el 22 de febrero de 1908, día en que se le dio el nombre a su cabecera municipal de Belalcázar, en memoria de Don Sebastián de Belalcázar, el fundador de Popayán que en 1541 fue batido en toda forma en el Peñón de Tálaga por los paeces que de manera ejemplar defendieron su tierra y su libertad.

Tiene una extensión de 1.284 Km2, su localización es 2º 40’ Norte y longitud 75º 59’ Oeste, limita al Norte con el Municipio de Ataco, Tolima; al Nororiente con el Municipio de Teruel, Huila; al Oriente con los Municipios de La Plata, Iquira y Nataga, Huila, al Sur oriente con el Municipio de Inzá, Cauca, y al Occidente con los Municipios de Silvia, Jámbalo y Toribio, Cauca.

Políticamente está dividido en quince resguardos indígenas: Avirama, Belalcázar, Cohetando, Chinas, Lame, Mosoco, Pickwe Tha Fiw, San José, Ricaurte, Tálaga, Tóez, Togoima, Vitonco, Wila, Zuin con sus Cabildos Indígenas, autoridades autóctonas, y dos corregimientos: Riochiquito e Itaibe, con Inspector de Policía

Rural. Posee ciento cuatro veredas en el sector rural y en el sector urbano en la cabecera municipal tiene ocho barrios con sus respectivas juntas de acción comunal con personería jurídica y dos en procesos de constitución.

La localización de la microcuenca Quebrada La María, está situada en el municipio de Páez-Cauca, la bocatoma de esta importante fuente hídrica se sitúa en las coordenadas 75°59'14.39"W, 2°41'24.98"N

Figura 2: Localización Municipio de Páez.



Figura 3: Localización Zona de estudio, Municipio de Páez.



Localidad El Rodeo

4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PROYECTADO

4.2.1 Componentes sistema de tratamiento

4.2.1.1 Captación, Bocatoma tipo Dique-Toma

Esta obra consiste en un dique de represamiento construido transversalmente al cauce, con el fin de no alterar el perfil longitudinal de la fuente hídrica. El área de captación se ubica sobre la cresta del vertedero central y está protegida mediante rejillas que permiten el paso del agua.

El empleo de estas captaciones está aplicado a aguas superficiales de desplazamiento continuo como ríos, quebradas y tributarios con bajo caudal y gran pendiente.

Figura 4: Ubicación de la Bocatoma Proyectada sobre el cauce.



4.2.1.2 Desarenador

Estructura hidráulica que remueve las partículas de cierto tamaño que la captación permite pasar. El desarenador proyectado en la Microcuenca las minas es convencional de flujo horizontal, que por sus dimensiones alargadas y rectangulares disminuyen la velocidad con que las partículas son arrastradas por el agua removiendo sólidos suspendidos de determinado tamaño y peso específico.

Figura 5: desarenador proyectado, Quebrada La María.

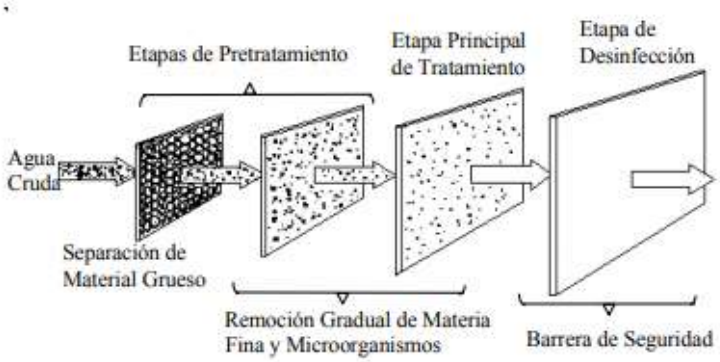


4.2.1.3 TRATAMIENTO

La administración del municipio de Páez, tiene proyectada la construcción de una planta de tratamiento Consistente en una planta de filtración por múltiples etapas-FIME por lo cual se describen a continuación las unidades a construir.

La filtración en múltiples etapas (FiME) es la combinación unidades de pretratamiento con filtración en grava (FGDi y FG) y unidades de tratamiento con filtración lenta en arena (FLA) con la finalidad de obtener un efluente de calidad sin necesidad de la utilización reactivos químicos durante el proceso.

Figura 6 Procesos que integran



a) **Filtración Gruesa Dinámica (FGDi)**

Los filtros dinámicos son tanques que contienen una capa delgada de grava fina (6 a 13mm) en la superficie, sobre un lecho de grava más grueso (13-25mm) y un sistema de drenaje en el fondo.

Esta unidad es utilizada para reducir los extremos de los picos de turbiedad y proteger de esta manera la planta de tratamiento ante altas cargas de sólidos transportadas por la fuente durante unas pocas horas.

Cuando la fuente transporta valores elevados de sólidos fácilmente sedimentables, estos se depositan en la superficie del lecho de grava, colmatándolo rápidamente y restringiendo parcial o totalmente el paso de agua.

b) Filtración Gruesa (FG)

Los filtros gruesos de grava pueden ser de flujo horizontal o vertical. Consiste en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava. El tamaño de los granos de grava disminuye con la dirección del flujo. Para el caso de un filtro de flujo ascendente se tiene un sistema de tuberías, ubicado en el fondo de la estructura, permite distribuir el flujo de agua en forma uniforme dentro del filtro.

Conforme funciona el filtro, los espacios vacíos se van colmatando con las partículas retenidas del agua, por lo cual se requiere una limpieza semanal controlada mediante las válvulas de apertura a la salida de la unidad.

c) Filtración Lenta en Arena (FLA)

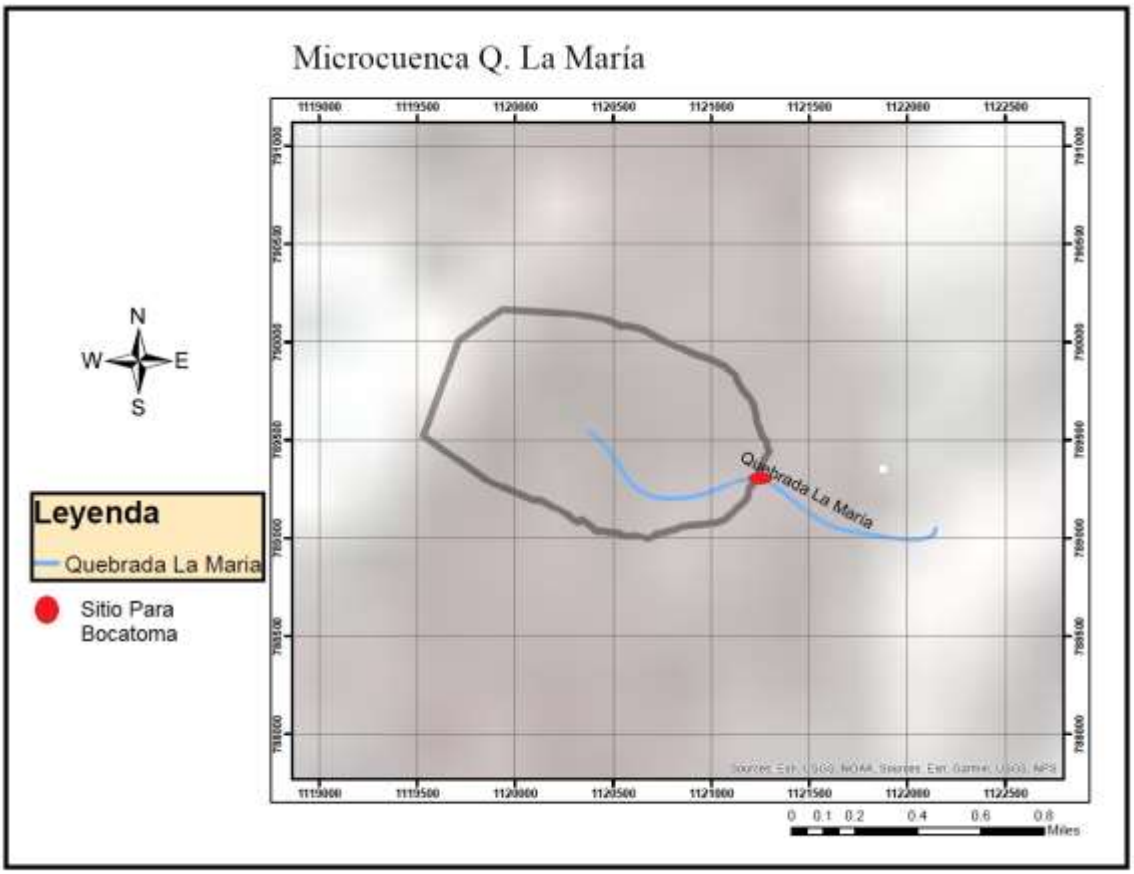
El tratamiento del agua en una unidad de FLA es el producto de un conjunto de mecanismos de naturaleza biológica y física, los cuales interactúan de manera compleja para mejorar la calidad microbiológica del agua.

Consiste en un tanque con un lecho de arena fina, colocado sobre una capa de grava que constituye el soporte de la arena la cual, a su vez, se encuentra sobre un sistema de tuberías perforadas que recolectan el agua filtrada. El flujo es descendente, con una velocidad de filtración muy baja que puede ser controlada preferiblemente al ingreso del tanque.

4.2.2 Localización de la bocatoma.

El sitio de captación se proyecta sea ubicado sobre la quebrada La María, en la Localidad de El Rodeo, en el resguardo de Belalcázar, en las coordenadas X: 1121232.24 Y = 789299.33

Figura 7: Localización Bocatoma.



4.3 RELIEVE

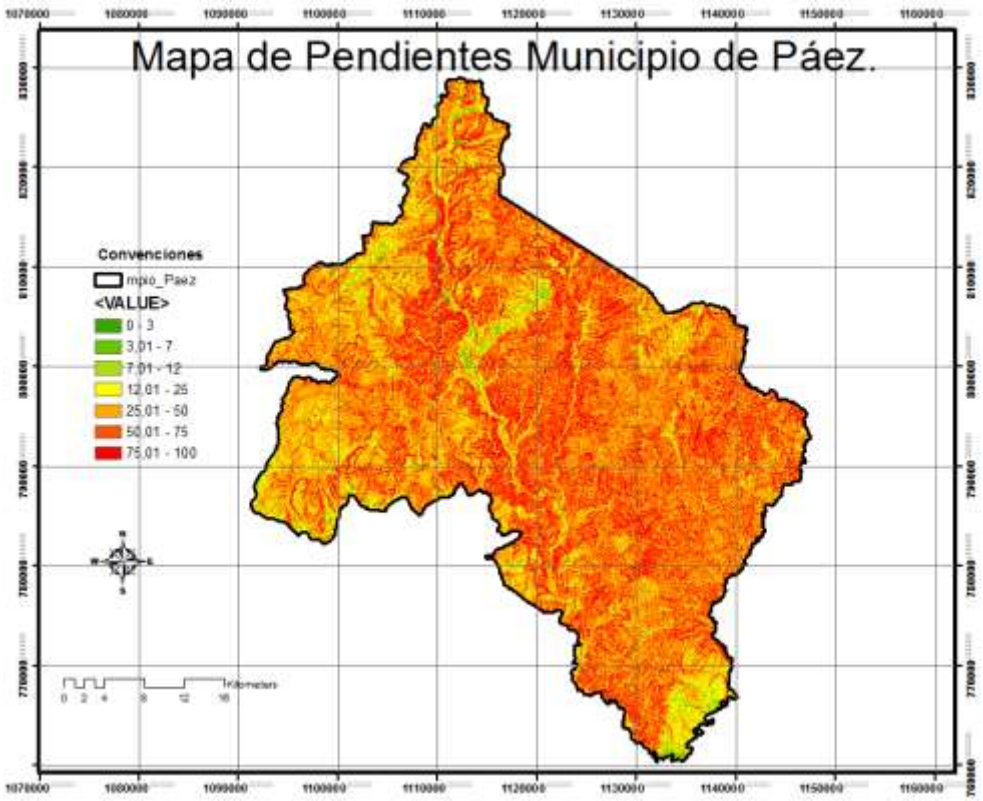
El municipio de Páez y en especial la región de Tierradentro, están catalogados por el IGAC como zona de intensa actividad volcánica desarrollada en la cordillera central y los fuertes movimientos tectónicos ocurridos en todo el departamento del Cauca, han dado como resultado un heterogéneo relieve que sustenta en gran parte la diversidad de climas, trayendo por consiguiente una variada presencia de vegetación natural. La topografía del terreno constituida por un fuerte sistema montañoso ramificado, fuertes depresiones y valles interandinos, determinan diferentes unidades geomorfológicas como son: montañas, colinas, formas de pie de montaña, planos lacustres y glaciares y superficies aluviales.

Se presentan en las cordilleras dentro del rango altitudinal de 900 a 4000 metros y abarca los climas muy frío, húmedo, frío húmedo, medio húmedo y medio seco. Las montañas de clima muy frío húmedo (páramo) están conformadas por rocas volcánicas y metamórficas cubiertas por una capa delgada de ceniza volcánica.

Las unidades fisiográficas más importantes son los coluvios, se encuentran localizados en la base de las montañas de la cordillera central, bien sea por la

acción de la gravedad o del agua, originan formas complejas con disección ligeramente profundas.

Figura 8: Mapa de pendientes municipal, clasificación IGAC.



4.4 GEOLOGÍA

Se presentan en las cordilleras dentro del rango altitudinal de 900 a 4000 metros y abarca los climas muy frío, húmedo, frío húmedo, medio húmedo y medio seco. Las montañas de clima muy frío húmedo (páramo) están conformadas por rocas volcánicas y metamórficas cubiertas por una capa delgada de ceniza volcánica.

El proceso de deposición aluvial está restringido casi por completo a los materiales de fondo de los cauces de los ríos y quebradas, existiendo remanentes de terrazas, valles aluviales y coluviales. El río Páez ha formado terrazas y valles típicamente aluviales y en algunas terrazas predomina material volcánico, arrastrado por el río desde el Volcán Nevado del Huila.

Las unidades fisiográficas más importantes son los coluvios. Se encuentran localizados en la base de las montañas de la cordillera central, bien sea por la acción de la gravedad o del agua, originan formas complejas con disección ligeramente profundas. Los materiales observados son generalmente finos,

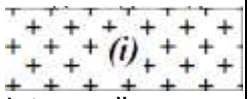
producto de la meteorización de detritos rocosos diabásicos, basálticos, andesíticos y de esquistos. Las capas de ceniza volcánica presentes son por lo general de poco espesor. También se encuentran rocas ígneas como cuarzodioritas, granodioritas, y cuarzo monzonita, especialmente estas últimas en la población de Tóez, las rocas sedimentarias, presentes, están representadas por areniscas, conglomerados, limolitas y calizas. Las montañas conformadas por rocas sedimentarias, tienen alta solifluxión y erosión laminar severa.

El municipio de Páez y en especial la región de Tierradentro, están catalogados por el IGAC como zona de intensa actividad volcánica desarrollada en la cordillera central y los fuertes movimientos tectónicos ocurridos en todo el departamento del Cauca, han dado como resultado un heterogéneo relieve que sustenta en gran parte la diversidad de climas, trayendo por consiguiente una variada presencia de vegetación natural. La topografía del terreno constituida por un fuerte sistema montañoso ramificado, fuertes depresiones y valles interandinos, determinan diferentes unidades geomorfológicas como son: montañas, colinas, formas de pie de montaña, planos lacustres y glaciares y superficies aluviales.

Figura 9: cronoestratigrafía de la zona de estudio.



Tabla 2: Clasificación cronoestratigráfica Microcuenca La María

EDAD	LITOLOGIA	TERRENO	CLASIFICACIÓN CRONOESTRATIGRÁFICA
 Jurásico	Plutónicas	 Intermedia	Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas

Como se puede observar en la figura 7, la zona de estudio está compuesta por plutónicos del Jurásico han pertenecientes al Batolito de Ibagué hacia el norte del departamento del Cauca.

Aflora en el sector más nororiental del departamento en los alrededores del aparato volcánico del volcán nevado del Huila. La composición de este gran Batolito varía de diorita-tonalita a granodiorita y granítica. Su textura es de grano medio; los minerales principales se encuentra el cuarzo como agregados granulares, plagioclasa en cristales maclados de composición An60-An40 aunque las texturas zonadas podría indicar parches.

más cálcicos (Nivia, 1999) y feldespato potásico (ortoclasa) que generalmente es pertítica. Los accesorios son hornblenda y biotita normalmente predominando la primera El batolito intruye los esquistos del Complejo Cajamarca y su contacto con el Batolito de Santa Bárbara es fallado; se diferencia de este por su contenido de hornblenda, carencia de foliación y composición global más leucocrática (Nivia, 2001). Este batolito, al igual que muchos otros de la Cordillera Central, han sido intruídos a lo largo de fallas de orientación N-S Edad. Álvarez (1983), lleva a cabo las primeras dataciones radiométricas K/Ar en biotita y hornblenda, del batolito y le asignan una edad de 142-147 MA; más tarde Brook (1984) y McCourt (1984), confirma la edad en 146+/-3 MA.

Las fallas encontradas en el área de estudio son Falla de Avirama y la Falla de Santa Rosa, las cuales se encuentran a 2.39 km y 6.13 km respectivamente.

Figura 10: Fallas Aledañas a la zona de estudio.



4.5 HIDROLOGÍA DEL MUNICIPIO DE PAEZ

El Municipio de Páez se caracteriza por poseer una cantidad considerable de cuerpos hídricos, el recurso hídrico es uno de las mayores fortalezas del municipio para el cubrimiento de acueductos veredales y explotaciones agropecuarias.

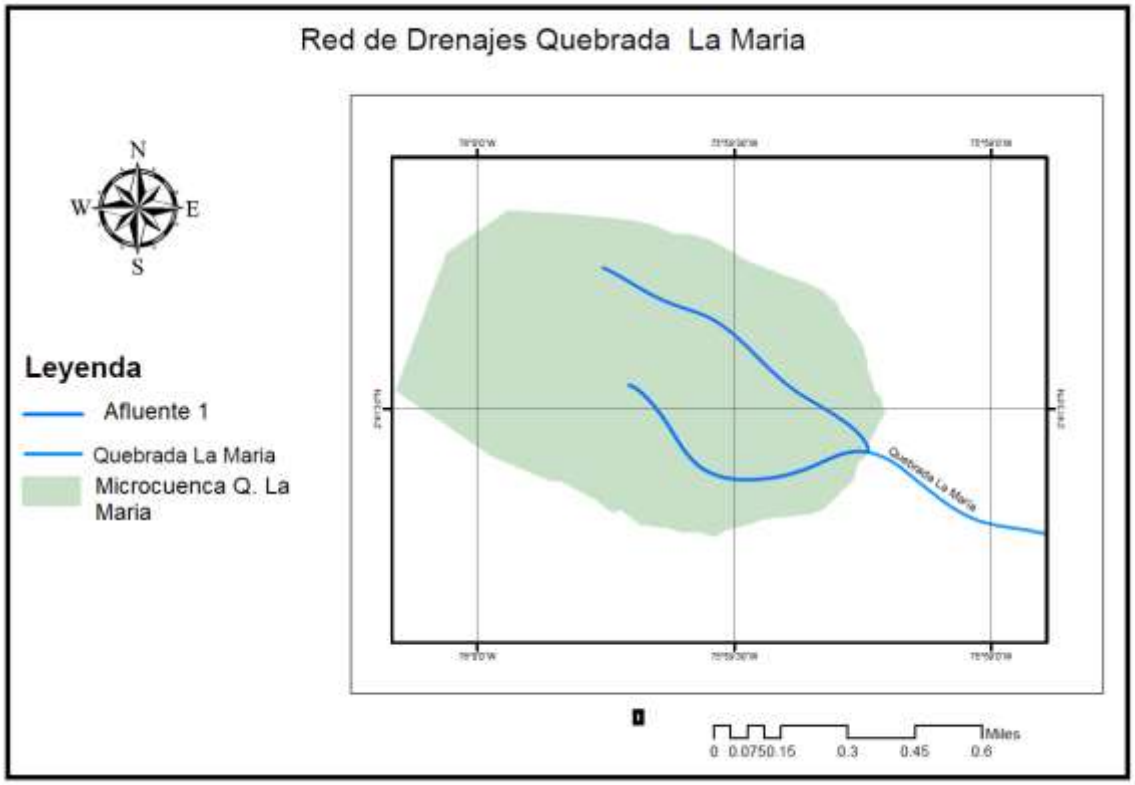
En la red hídrica del Municipio de Paéz se destacan los ríos Paéz, Moras, San Vicente y las quebradas de Barbacoas y Camayú, afluentes directos del río Páez y éste a su vez del Río Magdalena. El área de influencia del río Moras, cuenta con una extensión de 33.981,02 ha, La densidad de drenaje es alta con patrón subdendrítico, debido a la presencia de lagunas, como la de Juan Tama, en la parte occidental de la subcuenca en donde existe un corredor de páramos, Moras-Santo Domingo y Eras.

Según lo anterior el área total municipal (185200 hectáreas) pertenece a la Cuenca Alta del Río Magdalena, que en la zona de Tierradentro está representada por la Subcuenca del Río Páez.

El río Páez constituye la principal arteria fluvial para este sector del Oriente Caucano; además, forma el límite natural de Inzá con el Municipio de Páez por el extremo oriental (Veredas Birmania- Juntas y Puerto Valencia); ". el río Páez nace al norte del nevado del Huila a 4.500 m.s.m., desciende en dirección norte – sur hasta Puerto Valencia, en donde cambia de dirección y se dirige a tierras del Departamento del Huila, hasta confluir al Río Magdalena" (Lopez,1994) en jurisdicción del Municipio de Paicol.

La Quebrada La María, hace parte de la subcuenca del Río Páez que es uno de los principales tributarios del río Magdalena en la parte alta.

Figura 11: Hidrología zona de estudio.



Fuente: extraído y modificado de planchas

5 CARACTERÍSTICAS DE LA MICROCUENCA QUEBRADA LA MARIA

La microcuenca de la Quebrada La Maria, que es la fuente abastecedora de este sistema de acueducto, es básicamente una microcuenca alargada con pequeños drenajes naturales en forma de ramas que nacen en las partes más altas de los límites de la microcuenca,.

Figura 12: Área de influencia microcuenca Q. La Maria



5.1 LITOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

De acuerdo a la información disponible en la cartografía del Servicio Geológico Colombiano la litología de la zona de estudio está compuesta por capas de cenizas volcánicas sobre rocas mixtas (andesitas, esquistos y migmáticas), o que cubren total o parcialmente rocas ígneas y metamórficas. Las convenciones utilizadas para suelos de la zona de estudio son: MQDf2.

Los suelos catalogados como de clima templado húmedo a muy húmedo. Ocupa la posición MQDf2 geomorfológica de lomas y colinas, filas y vigas del paisaje de montaña.

El relieve es moderadamente escarpado, con pendientes 50-75%; presenta erosión hídrica severa y frecuentes movimientos en masa del tipo pata de vaca y terracetas.

El material parental de los suelos está constituido por cenizas volcánicas sobre rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; son bien drenados, profundos a superficiales, de texturas moderadamente gruesas a finas, reacción muy fuerte a moderadamente ácida y fertilidad muy baja a moderada.

Esta subclase tiene limitaciones por erosión severa, frecuentes movimientos en masa tipo pata de vaca y pendientes moderadamente escarpadas; en menor grado de severidad tiene reacción fuertemente ácida y fertilidad muy baja.

Actualmente el uso dominante es la ganadería extensiva con pastos naturales. Estas tierras no tienen aptitud para actividades agropecuarias, son aptas para reforestación. Dadas las limitaciones por erosión y las pendientes escarpadas, se recomienda conservar la vegetación natural para proteger los nacimientos de agua y la fauna, implementar programas de conservación de suelos para estabilizar las laderas y disminuir los procesos erosivos.

Figura 13: Mapa de suelos, microcuenca La María.

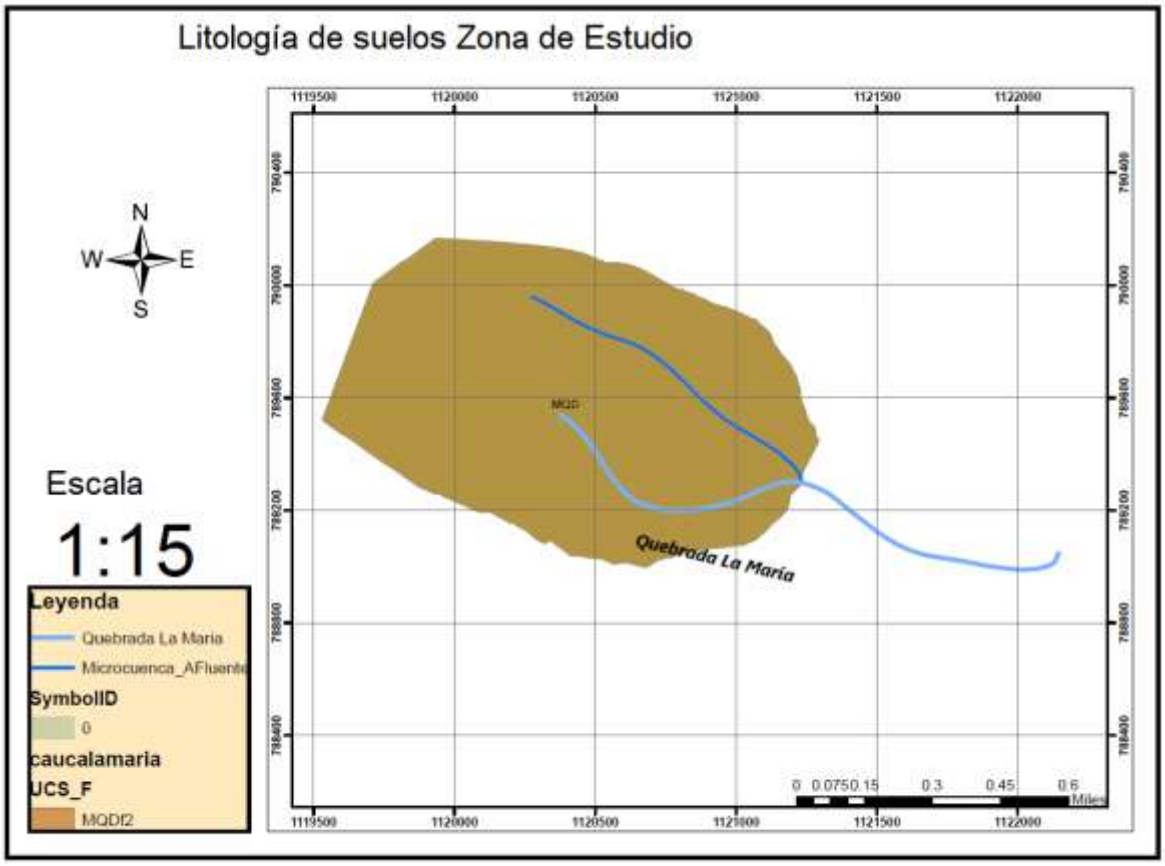
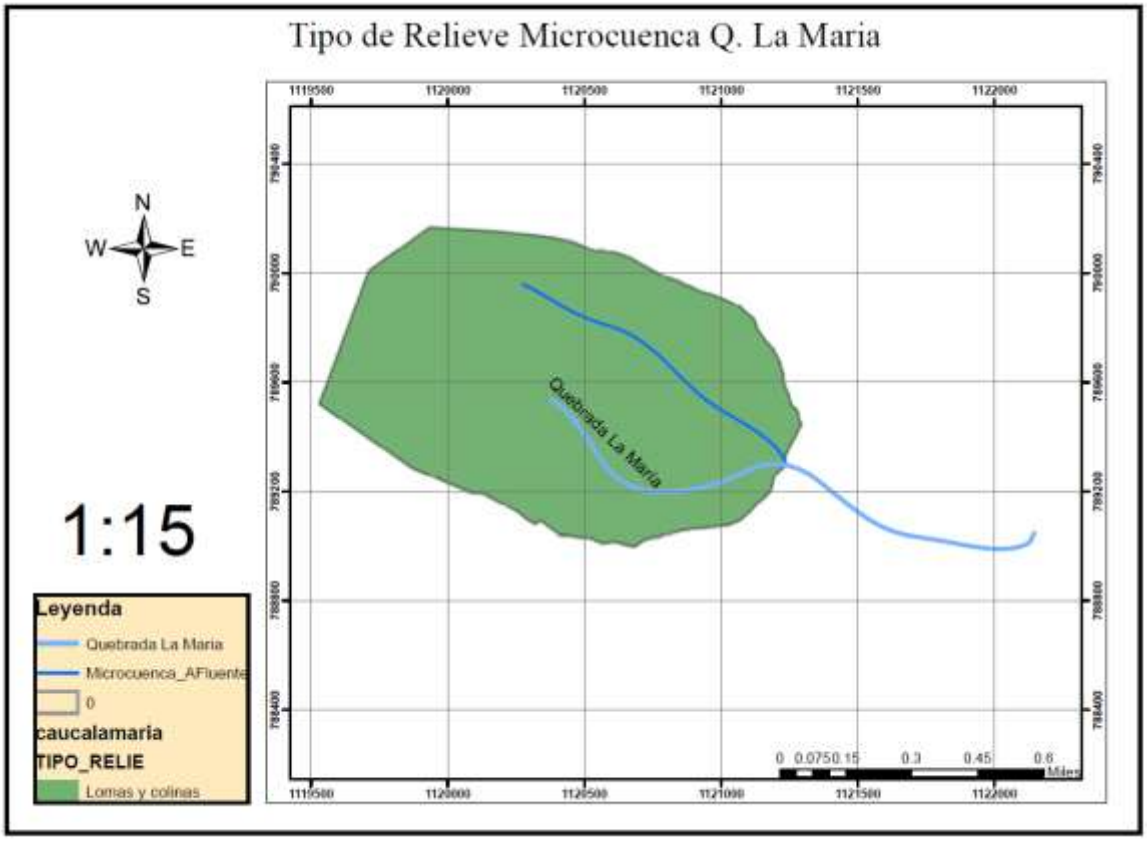


Figura 14 Tipo de Relieve Zona de Estudio



5.2 COBERTURA DE LA TIERRA

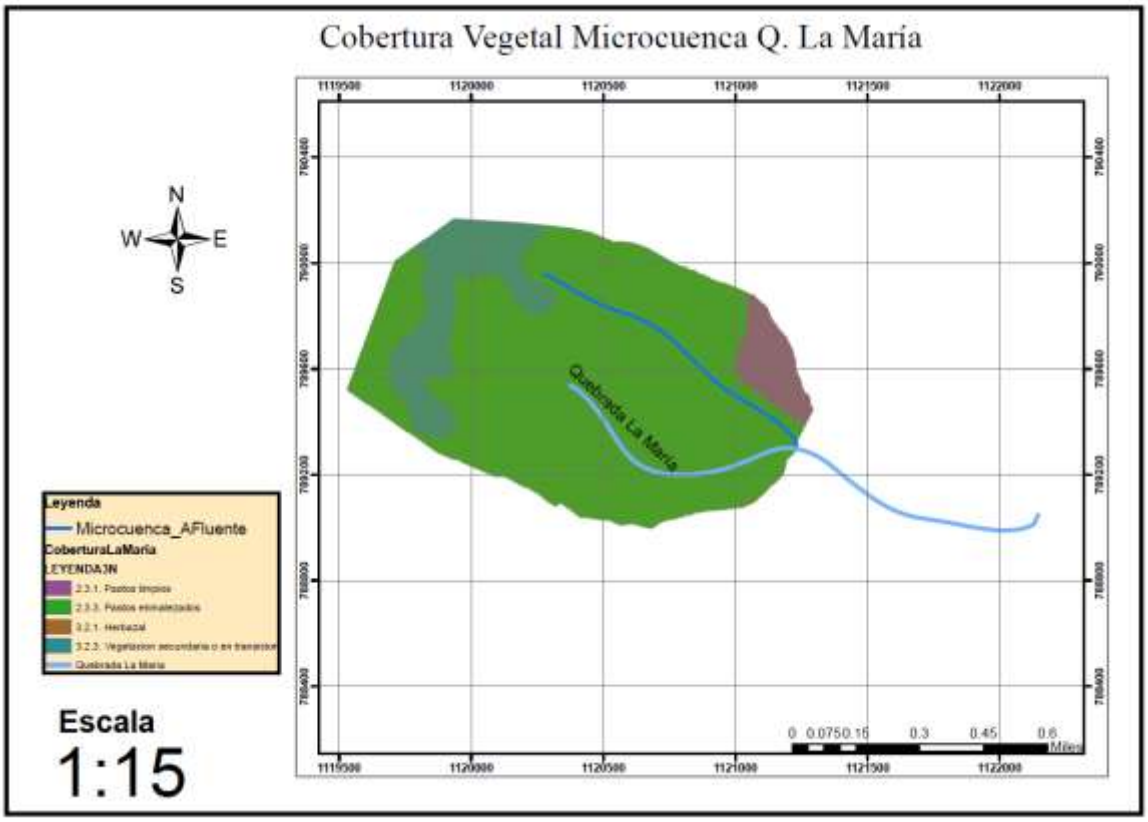
Durante las últimas décadas, esta variable ambiental ha recobrado una gran importancia en los análisis de los ecosistemas y en la conservación de los recursos agua y suelo, debido a que se ha demostrado que de acuerdo con la información cartográfica de base, se tiene que en la microcuenca de la fuente abastecedora predomina la cobertura de “Pastos enmalezados”, en mayor proporción en su parte más alta hasta el área de la bocatoma (IGAC, 2009) “Esta cobertura incluye pastos con especies arvenses (consideradas por algunos productores como malezas para el cultivo principal), son frecuentes estas asociaciones debidas principalmente a la falta de escasas prácticas de manejo que permiten el crecimiento de las especies distintas al pastizal, con alturas menores a 1,5 metros”.

.

Tabla 3: Cobertura Vegetal, microcuenca La María.

COBERTURA	DESCRIPCIÓN	ÁREA Km^2
Pastos Enmalezados	Esta cobertura incluye pastos con especies arvenses (consideradas por algunos productores como malezas para el cultivo principal), son frecuentes estas asociaciones debidas principalmente a la falta de escasas prácticas de manejo que permiten el crecimiento de las especies distintas al pastizal, con alturas menores a 1,5 metros	12.1
Pastos limpios	Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastizales con un porcentaje de cubrimiento mayor al 50%, son evidentes prácticas de manejo como limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc., estas prácticas impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.	0.66
Vegetación secundaria o en transición.	Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se origina luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.	0.47
Herbazal	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbácea desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (Oram, 1998). Para su diferenciación, los herbazales fueron clasificados de acuerdos con tres criterios: por la densidad de la cobertura herbácea, en densos y abiertos; de acuerdo con la condición de inundabilidad donde se ubican los herbazales, se clasifican en inundables y de tierra firme; y de acuerdo con la presencia de árboles y arbustos, en arbolados y no arbolados. De esta manera, se obtiene la clasificación que a continuación se explica.	4.24

Figura 15: Cobertura de la Tierra Microcuenca La Maria



6 RESULTADOS VISITAS DE INSPECCIÓN

6.1 PRIMERA VISITA DE RECONOCIMIENTO Y EXPLORACIÓN.

La primera visita se realiza el miércoles 4 de septiembre de 2020, en primera instancia se coordinó con el consultor ingeniero Jhon Álvarez y la junta de acción comunal el reconocimiento de la fuente hídrica y cada una de las estructuras existentes, así como el actual trazado del acueducto.

Figura 16: Recorridoprimer visita





Figura 17: Desarenador existente.



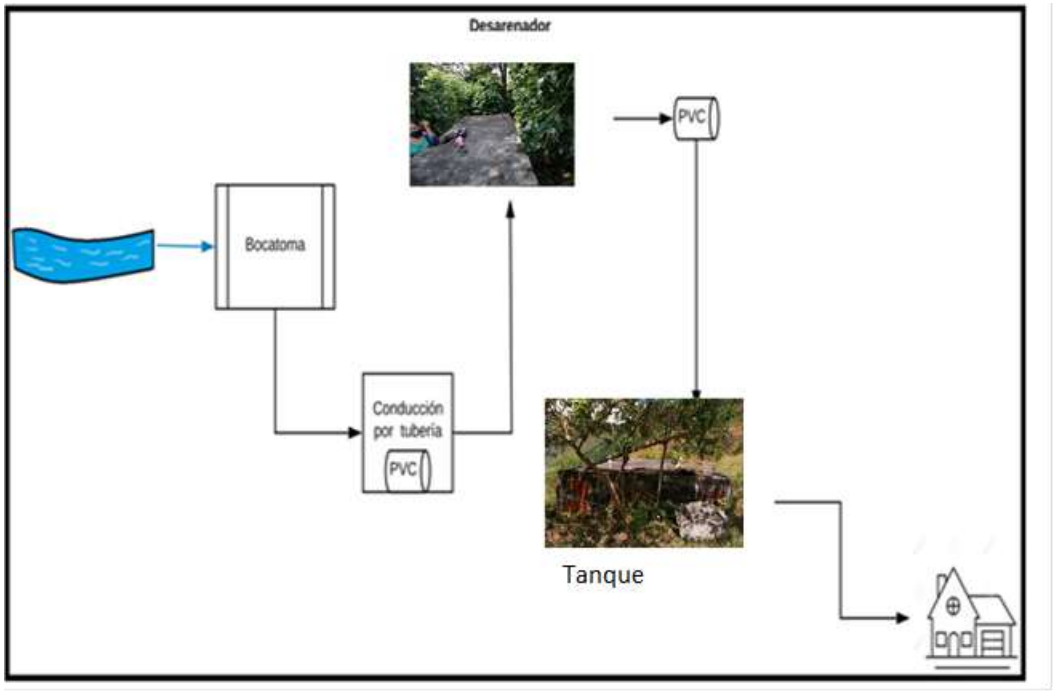
Figura 18: Cámara de quiebre existente



Figura 19: Tanque Existente



Figura 20: Esquema sistema de tratamiento existente.



Al mismo tiempo se procede a estimar el caudal aportante de la microcuenca hasta el punto proyectado para la bocatoma, con el fin de conocer el flujo que se presenta en el cauce al momento de la visita, se aprovecha para ejecutar la toma de muestra que será enviada al laboratorio mencionado anteriormente.

Figura 21: Recorrido realizado primera visita de reconocimiento.



La comisión topográfica hace recorridos secundarios de materialización y definición de mojones principales y puntos específicos en este mismo trayecto y el levantamiento topográfico de la zona de estudio

6.2 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA FUENTE ABASTECEDORA.

Para la ejecución del análisis de la calidad del agua de la fuente que abastecerá el acueducto fase básica localidad de El Rodeo, se tuvo en cuenta los parámetros exigidos en el decreto 1594/84 y la Res. 2115/2007, por medio de las cuales señala los límites máximos admisibles de diferentes parámetros fisicoquímicos de calidad del agua para consumo humano.

Los resultados de laboratorio fueron realizados por el Laboratorio del Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P. Los parámetros analizados están descritos en la tabla 4, en donde se presentan los parámetros fisicoquímicos evaluados y las condiciones necesarias de preservación, almacenamiento y volumen recolectado para su análisis.

Tabla 4: Resultados Laboratorio parámetros fisicoquímicos.

ANÁLISIS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	REFERENCIA (Res 2115 de 2007	Decreto 1594/84
pH	SM4500-H	Unidades de pH	7.54	6.5 - 9	Entre 5.0-9.0
Conductividad	SM 2510 B	µS/CM.	141	≤ 1.500	Hasta 1000
DQO	SM 5220D	mg O2/L	< 50	<=20	
Sólidos disueltos	SM2540C	mg/L	31	1000	
Turbidez	SM 2130B	UNT	5.37	2	≤10
Alcalinidad	SM 2320B	mg/LCa CO_3 /L	91.2	200	Hasta 200
Dureza	SM 2340C	mg Ca CO_3 /L	33.5	300	Hasta 300
Nitratos	SM4500-NO_3B	mgNO_3/L	< 0.5	10	Hasta 10.0
Aluminio	SM 3500 B	mg/L	< 0.08f	0.2	Hasta 5.0
Cloruros	SM 4500 B	mg Cl/L	<4	250	Hasta 250
Oxígeno Disuelto	SM 4500 O G	mg O2/L	7.51		
Sulfatos	SM 4500 E	mg SO4/L	<8	250	Hasta 400
Temperatura	SM 2550 B	C	24.2		
Coliformes Totales	SM 9223 B	NMP100ml	24196	< 1 NMP	< 1 NMP
Coliformes Fecales	SM 9223 B	NMP/100ml	213	< 1 NMP	< 1 NMP

Tabla 5: Resultados laboratorio microbiológico Quebrada La María.

Análisis	Concentración	Unidad	Decreto 1575/2007- RES 2115/2007
Coliformes Totales en 100 Ml	24196	NMP	<1 NMP
E. Coli en 100 mL	213	NMP	<1 NMP

En el punto de muestreo “Bocatoma”, se puede observar que se presenta menor alteración en los parámetros físico-químicos, al compararlo con los límites permisibles estipulados por la resolución 2115 de 2007 y el decreto 1594/84, los resultados obtenidos no sobrepasan los valores máximos permisibles por lo estipulado por la norma.

El análisis microbiológico se lleva a cabo en el agua para determinar la presencia o ausencia de algunos tipos de microorganismos que causan enfermedades de origen hídrico ampliamente reconocidas en los seres humanos. En la muestra hay presencia de Coliformes Totales y Fecales, lo que indica que no es apta para consumo humano, deben llevarse a cabo procesos de desinfección previa a ello, de lo contrario se presentarán enfermedades gastrointestinales en la población consumidora. En el caso del análisis microbiológico si existe un riesgo potencial, ya que los resultados obtenidos sobrepasan los valores máximos permisibles del decreto 1575/2007 y la Res. 2115/2007. La presencia de E. Coli en la muestra de agua es un indicativo de la contaminación de heces fecales de humanos (cuando no se hace una adecuada disposición de las ARD) o animales, la identificación de Coliformes totales es más difícil ya que estos pueden provenir de suelo, y de superficies de agua dulce por lo que no siempre son intestinales.

7 DETERMINACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA CALIDAD DEL AGUA.

El relieve, la conformación y la actividad geológica, hacen que el territorio ocupado por el Municipio de Páez sea una zona dinámica, expuesta a fenómenos sísmicos, volcánicos, a procesos de erosión y remoción en masa, y a problemas de inundaciones y represamiento de corrientes de agua. Aproximadamente el 75% del área del Municipio se encuentra intervenida por el hombre alterando el equilibrio natural y acelerando extensos fenómenos de remoción en masa.

En el Municipio de Páez se presentan como principales amenazas morfo climáticas los procesos erosivos, deslizamientos, inundaciones, represamientos, incendios forestales, vendavales y granizadas. Los riesgos por amenazas naturales se describen a continuación:

7.1 AMENAZAS NATURALES

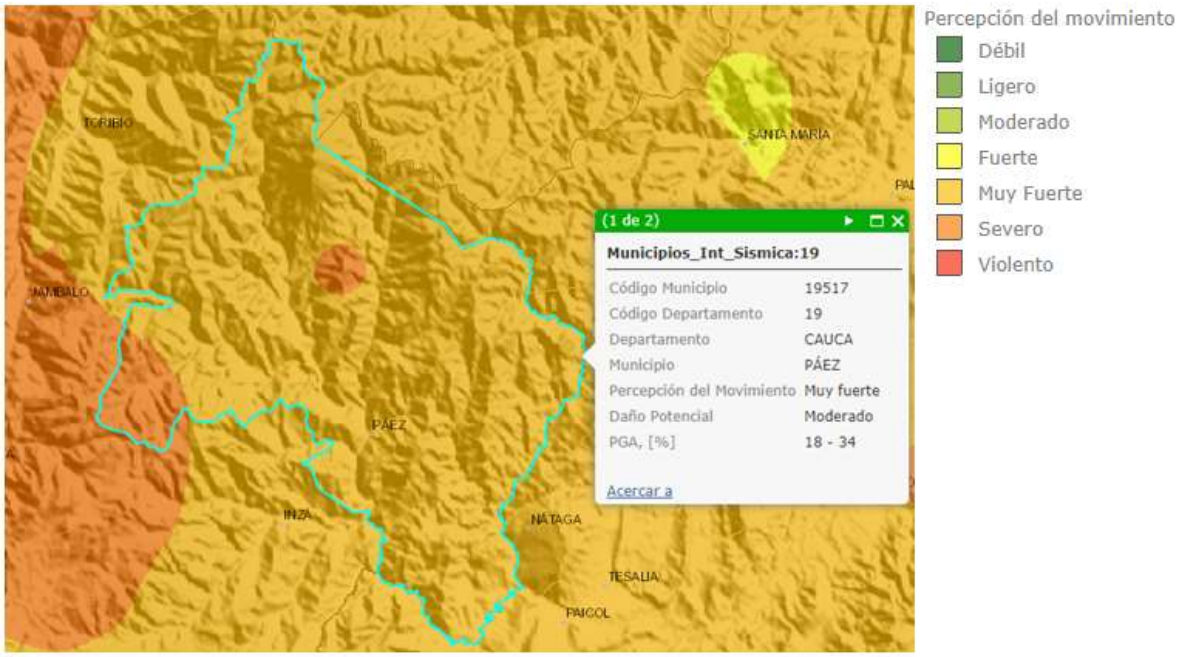
7.1.1 Actividad sísmica

El flanco occidental de la Cordillera Central ha sido el más dinámico en la región, con una actividad asociada con el Sistema de Fallas de Romeral que presenta una actividad sísmica alta con predominio de sismos de intensidad media a alta. El flanco oriental de la Cordillera Central, en la subcuenca del Río Páez, ha presentado menor cantidad de eventos sísmicos, pero sus efectos han sido más sentidos por la población.

La liberación de energía de este evento sísmico desestabilizó suelos y rocas en la subcuenca alta del Río Páez, que favorecidos por el alta pendiente ocasionaron incontables deslizamientos en suelos residuales saturados por las intensas lluvias.

La amenaza volcánica en el área está asociada con la actividad del volcán de Puracé y el Nevado del Huila, situación que se agudiza si se tiene en cuenta el conjunto de fallas que atraviesan el territorio municipal. La Falla de Inzá presenta gran influencia en este Municipio, ya que atraviesa la zona en donde se asienta y concentra la mayor población, además, constituye la zona más productiva desde el punto de vista agrícola, que en conjunto hace necesario que se realice un estudio de microzonificación sísmica para toda el área de influencia de esta falla. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se podría clasificar a todo el municipio con una percepción del movimiento sísmico como MUY FUERTE, tal y como lo indica el Servicio Geológico Colombiano a continuación:

Figura 22 Amenaza por movimientos sismicos



Fuente: http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Amenaza_Sismica/

7.1.2 Identificación de Procesos Erosivos

La degradación o pérdida del horizonte superficial es una de las consecuencias del fenómeno erosivo. Técnicamente, la erosión es un proceso que consiste en el desgaste y remodelado del paisaje terrestre original, producido por condiciones naturales, la escorrentía superficial, los vientos secantes, la gravedad y la acción humana. Casi todas las áreas están expuestas a un proceso de desgaste de su superficie, a excepción de las áreas completamente protegidas por la cobertura vegetal. La erosión se convierte en amenaza cuando la tasa de recuperación del suelo es menor que la de desgaste. En Páez el hombre se constituye en el principal agente de la erosión, porque la produce, la acelera, o la facilita cuando desarrolla sus actividades.

Erosión laminar (Metoambiente, 2007) "El agua ejerce una fuerza de arrastre sobre la superficie del suelo, arrancando partículas de material mineral cuyo tamaño varía desde la fina arcilla hasta la arena gruesa o grava, dependiendo de la velocidad de la corriente y del grado en que las partículas estén unidas por las raíces de las plantas o mantenidas bajo un manto de hojas caídas. La lenta remoción del suelo forma parte del proceso natural geológico de denudación de las masas continentales que es universal e inevitable, bajo condiciones naturales estables, la erosión es lo suficientemente lenta como para permitir la formación y el mantenimiento de varios horizontes en el suelo, lo que permite a la vegetación mantenerse. (…) En una superficie a nivel las partículas se mueven hacia delante y hacia atrás, pero en una superficie inclinada tienden a moverse pendiente abajo, dando lugar a un proceso denominado erosión por salpicadura; en una vertiente, por ejemplo, este tipo de erosión tiende a transportar el suelo hacia niveles inferiores". Por lo anterior, debe considerarse este fenómeno natural como un riesgo que puede afectar la calidad de la fuente, debido a la erosión laminar del suelo conformado por arcillas y rocas sedimentarias, con contenidos de hidróxidos de hierro y otros materiales.

7.1.3 Deslizamientos y Flujos Puntuales

Las condiciones geológicas y climáticas del Municipio de Páez, las fuertes pendientes, y la actividad antrópica, como la deforestación, apertura de caminos y vías, explotación de canteras de forma antitécnica, desarrollo agrícola con técnicas inadecuadas, manejo indebido del agua superficial, incendios forestales y vertimiento de aguas servidas sobre laderas, predisponen el terreno para cierto tipo de eventos como los deslizamientos y los flujos puntuales.

En la zona de El Rodeo (área de influencia del proyecto), las posibles causas que desencadenan los procesos de remoción en masa, deslizamientos, procesos erosivos e inestabilidad de taludes en toda el área son las siguientes: Material parental de las vertientes; aumento del caudal de las quebradas en época de lluvias; construcción de carreteables sin adecuado trazado y sin obras civiles;

pendientes fuertes; uso y manejo actual del suelo; esfuerzos a los cuales ha sido sometida el área.

7.1.4 Inundaciones, Flujos de Escombros y Avalanchas

Las condiciones de desequilibrio de algunas microcuencas en el área del municipio, son una amenaza potencial para las obras de infraestructura, de la corriente hídrica y las personas ubicadas aguas abajo, ya sea sobre afluentes o corrientes principales.

7.1.5 Incendios Forestales.

La mayor parte del Municipio ha presentado evento de incendios forestales, resultado en algunas ocasiones, por prácticas de cultivo, otras por piromanía, y, otras de origen natural. Los incendios forestales suceden porque muchas zonas cubiertas por arbustos bajos, rastrojos y potreros en rastrojados, durante los meses de sequía, principalmente en temporada de verano, son vulnerables a las quemas que siguen la dirección del viento del momento.

7.2 AMENAZAS ANTRÓPICAS

7.2.1 Acceso de personas no autorizadas y/o animales

El área de influencia de la microcuenca La Maria, hace parte de una gran extensión de terrenos en donde se encuentran diferentes predios dedicados a diferentes usos para el desarrollo económico del sector, por lo que las actividades agrícolas o pecuarias son muy comúnmente practicadas, es decir se identifican la utilización de pesticidas, herbicidas o suplementos agrícolas para el mantenimiento de diferentes cultivos o de pastos de corte para las especies bovinas, por lo que implica mayor riesgo para la fuente abastecedora, la Quebrada La Maria el acceso no autorizado a esta zona.

7.2.2 Ganadería y otras especies

Contaminación microbiológica por la materia fecal producida por los animales y compactación del suelo por el pastoreo.

7.2.3 Agricultura

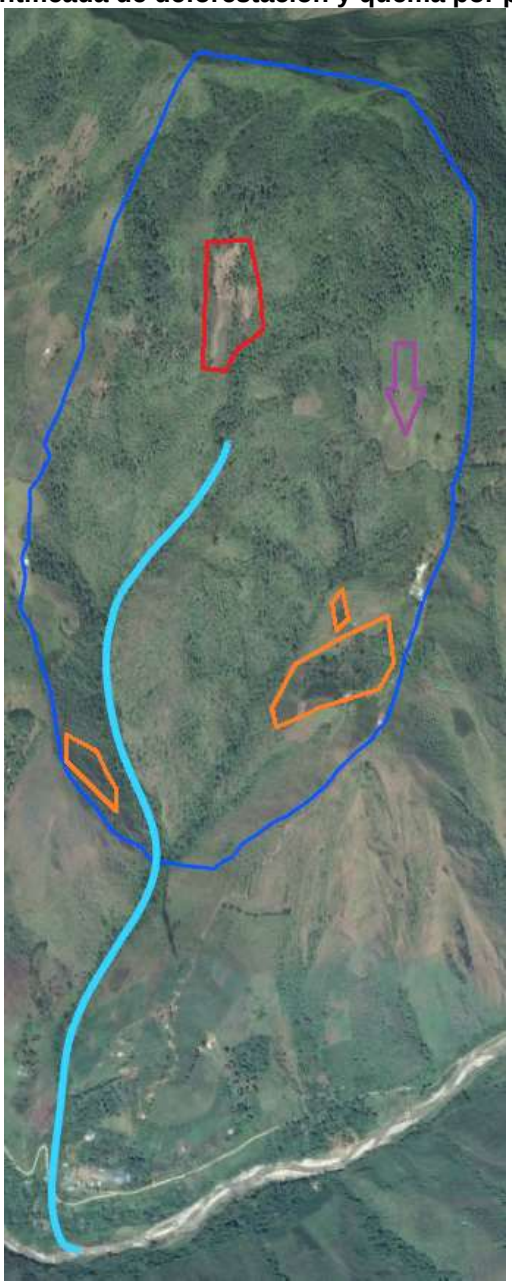
Presencia de cultivos y mosaico de cultivos por lo que se convierte en un riesgo potencial por la contaminación por el uso de plaguicidas; fertilizantes; fungicidas; actividades que se realizan cerca fuente de abastecimiento.

7.2.4 Deforestación y remoción de capa vegetal por prácticas agrícolas.

Se pudo identificar en áreas aledañas donde se proyecta la bocatoma, que por diferentes actividades agrícolas se realiza la quema, deforestación y remoción de

la capa vegetal, lo que intensifica los procesos erosivos del suelo, aportando sedimentos en el cauce, convirtiéndose en un riesgo potencial.

Figura 23: zona identificada de deforestación y quema por prácticas agrícolas.



En la Figura 23 se puede evidenciar que dentro de las inmediaciones de la microcuenca de la quebrada La María, se encuentran áreas deforestadas y posteriormente incineradas con fines netamente agrícolas, ya que en esta zona, la comunidad se aferra a un desarrollo económico basado en la agricultura; en este caso específico del área de estudio, el café.

Dentro de la imagen se puede evidenciar la indicación de áreas incineradas con fines agrícolas por medio de una flecha roja. La flecha verde es donde se puede observar áreas deforestadas dentro de las áreas de influencia de la microcuenca.

7.2.5 Manejo inadecuado de las ARD

Aumento de concentración de sólidos suspendidos y de diferentes contaminantes que llegan a la fuente superficial por escorrentía, potencial riesgo para los futuros usuarios. Se identifica la presencia de algunas viviendas en la parte alta de la microcuenca, en donde el riesgo para la fuente de abastecimiento es que estas viertan las ARD directamente sobre la fuente, por lo que diferentes contaminantes patógenos pueden llegar al cauce, limitando la disponibilidad del recurso hídrico.

8 CALIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LA CALIDAD DEL AGUA

Una vez identificados los eventos peligrosos y peligros en la zona, con sus fuentes de suministro, se compararon los factores de peligro con los riesgos asociados, describiendo cual puede ser su probabilidad de ocurrencia, determinando su gravedad y las consecuencias asociadas a la calidad del agua (peligrosidad). Se diferenciaron entre los riesgos más significativos y los de menor significancia, definiéndolo en una matriz de riesgo por medio de una puntuación, de esta manera se evaluaron cada uno de los factores teniendo en cuenta la magnitud de los riesgos. En el proceso de evaluación se implementó un método semicuantitativo, que comprende la estimación de la probabilidad o frecuencia y la gravedad de la consecuencia por medio de una puntuación como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6: Matriz de calificación del riesgo.

Clasificación		Gravedad				
		Insignificante Clasificación 1	Leve Clasificación 2	Moderado Clasificación 3	Grave Clasificación 4	Catastrófico Clasificación 5
Probabilidad	Casi Siempre Clasificación 5	5	10	15	20	25
	Probablemente Clasificación 4	4	8	12	16	20
	Moderada Clasificación 3	3	6	9	12	15
	improbable Clasificación 2	2	4	6	8	10
	Excepcional Clasificación 1	1	2	3	4	5

Cada fuente de peligro tiene un nivel de riesgo asociado que conlleva a una probabilidad de ocurrencia y la afectación de la calidad del agua en la zona de la bocatoma, según el nivel de riesgo de cada peligro se formularon medidas de control ambiental y sanitario. La puntuación del riesgo es el producto de la multiplicación del valor de la probabilidad por el valor de la gravedad, una vez obtenida esta puntuación se decide elegir el tipo de riesgo como indica la siguiente tabla:

Tabla 7: Matriz de Valoración del riesgo.

Caracterización o Valorización del riesgo	Puntaje	Escala de colores
Riesgo Muy Alto	≥ 20	
Riesgo Alto	15 – 19	
Riesgo Medio	10 – 14	
Riesgo Bajo	5 – 9	
Sin Riesgo	0 - 4	

8.1 RESULTADOS VALORACIÓN DE EVENTOS PELIGROSOS

La puntuación del riesgo, es el producto de la multiplicación del valor de la probabilidad por el valor de la gravedad, valores asignados anteriormente en la tabla N°, una vez realizada dicha multiplicación se obtiene el valor de riesgo. Estos valores se muestran en la tabla N° con su respectiva clasificación.

Tabla 8: Resultados análisis de riesgo Q. La Maria.

Evento peligroso	Probabilidad	Gravedad	Valoración del riesgo
Actividad Sísmica	5	3	15
Erosión Laminar	4	3	12
Deslizamientos y flujos Puntuales	4	4	16
Inundaciones, Flujos de Escombros y Avalanchas	4	4	16
Incendios Forestales	4	4	16
Acceso no protegido	5	4	20
Ganadería y otras especies	4	3	12
Agricultura	3	4	12
Deforestación y remoción de capa vegetal por prácticas agrícolas	5	4	20
Manejo inadecuado de las ARD	5	5	25

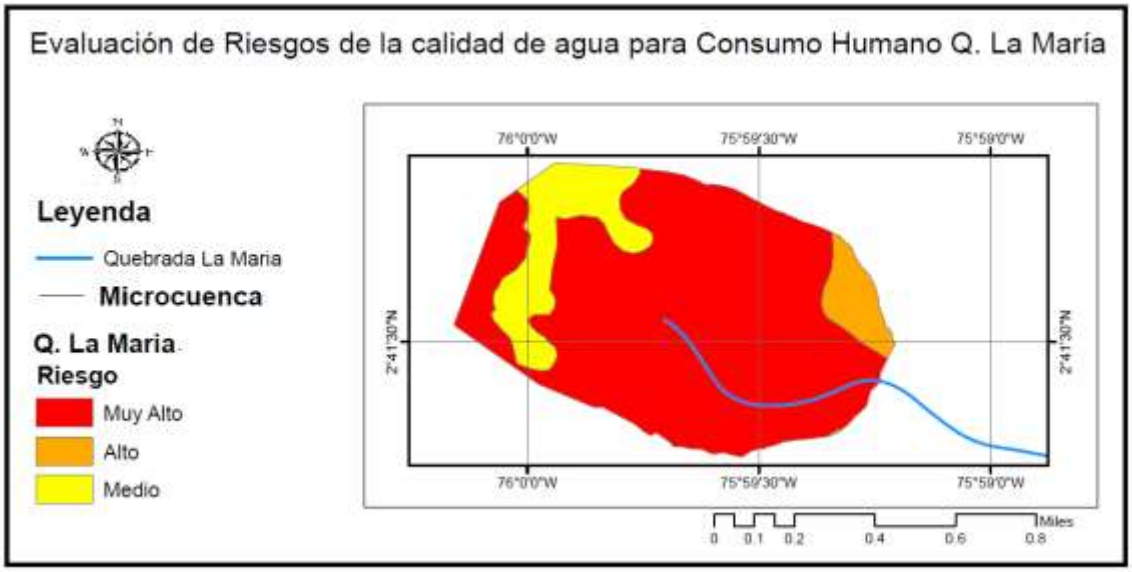
Como se puede observar, de acuerdo a los resultados obtenidos, el riesgo de la calidad del agua en la fuente hídrica analizada, es de medio a alto, especialmente por las alteraciones de los parámetros fisicoquímicos que se pueden presentar por los diferentes eventos naturales a las que está expuesta la zona de estudio, teniendo en cuenta que el régimen pluviométrico es monomodal, por lo que se puede presentar un aumento en la turbiedad por la presencia de sedimentos, aumento de presencia de metales en forma de sales solubles etc.

Aunque ya se había mencionado el acceso no protegido de personas de la comunidad para realizar diferentes actividades recreativas o de pesca, se convierte en un riesgo excepcional a la calidad del recurso hídrico, de ahí a que en la cuantificación de los riesgos presente una valoración de *Riesgo Muy Alto.*

8.2 ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGO DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Como resultado final del proyecto y utilizando el Software ArcGIS 10.3 el cual es un sistema que contiene información geográfica, permitiendo la administración de la misma y funcionando como una herramienta para elaborar mapas, ampliamente utilizada y recomendada, se elaboró el mapa de la ubicación de las áreas críticas sanitarias de la Quebrada La María, en el cual se ubican los puntos críticos a lo largo del cauce. Estos mapas constituyen la herramienta que se le entrega a la junta de acueducto interveredal con el propósito de facilitar el análisis para la toma de decisiones y su posterior gestión para el mejoramiento de la calidad de agua de consumo humano.

Figura 24: Mapa de Riesgo de calidad del agua para consumo humano Q. La María



Como se puede observar, la parte alta de la microcuenca se encuentra catalogada como de riesgo Medio, debido a que por las altas pendientes que ahí se encuentran, limitan el acceso de personas y animales que puedan afectar la calidad de la fuente, el riesgo más inminente es el ocasionado por eventos hidrometeorológicos intensos, que ocasiona el aumento de sedimentos sobre el cauce. En la parte baja de la microcuenca a medida que disminuyen las pendientes de la zona, se puede presentar mayor ingreso de personas y animales que pueden afectar la calidad del recurso hídrico.

9 CONCLUSIONES

- Como resultado de la identificación de los eventos peligrosos en la zona de estudio se encontró que son 10 los eventos que alteran la calidad del agua de la Quebrada La Maria, pero los que mayor valor de riesgo tiene sobre la calidad del agua son eventos de origen natural y estarían aumentando las concentraciones el valor de la turbiedad y otros parámetros fisicoquímicos.
- Con los resultados de las pruebas de laboratorio, se puede apreciar 2 parámetros que sobrepasan los límites máximos estipulados en la normatividad aplicable, por lo que se requiere procesos complementarios de desinfección para cumplir con la norma.
- En el desarrollo del proyecto ha sido de vital importancia la inclusión de la comunidad, ya que han estado prestos a colaborar en las diferentes etapas del mismo.
- El mapa de riesgo elaborado, identifica los riesgos potenciales y las áreas donde se concentran dichos riesgos.

10 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la administración Local cuando se culmine la construcción del acueducto localidad de El Rodeo, Resguardo indígena de Belalcázar, Municipio de Páez, se realice un cerramiento en las zonas de ronda y captación del agua en el punto de la bocatoma por considerarse de más alto riesgo de contaminación por los diferentes factores analizados durante el desarrollo de este documento.
- ✓ Se recomienda que se realice un seguimiento al uso actual y potencial del suelo en las inmediaciones de la fuente de abastecimiento, realizando una comparación con el esquema de ordenamiento territorial (EOT) municipal, con el fin de respetar las rondas de protección hídrica y de este modo disminuir o evitar que los cultivos que se proyectan en el uso potencial del suelo en esta zona puedan generar contaminación por el uso de agroquímicos.
- ✓ Se recomienda evitar la expansión de la frontera agrícola hacia la zona de nacimiento de la Quebrada La Maria.
- ✓ Como mecanismo para garantizar la protección de la fuente de abastecimiento, Quebrada La Maria, se recomienda al municipio evaluar la posibilidad de comprar los predios aledaños a la quebrada en la zona de bocatoma. Este proceso debe ser concertado con los pobladores usando como mecanismo de sensibilización los resultados obtenidos en este trabajo y los que se puedan obtener con la aplicación de la tercera recomendación con el propósito de garantizar agua de calidad para su consumo.